

THÈSES

PRÉSENTÉES

A LA FACULTÉ DES SCIENCES DE LYON

POUR OBTENIR

LE GRADE DE DOCTEUR DE L'UNIVERSITÉ DE LYON
(Physiologie)

PAR

Pierre FORESTIER

1^{re} THÈSE. — CONTRIBUTION A L'ÉTUDE DU MÉTABOLISME
DE L'IODE.

2^{me} THÈSE. — PROPOSITIONS DONNÉES PAR LA FACULTÉ.

Soutenues en Juillet 1925 devant la Commission d'Examen :

MM. E. COUVREUR, L. CLÉMENT.



LYON

IMPRIMERIE SIBILAT

32, rue Molière, 32

1925

THÈSES

PRÉSENTÉES

A LA FACULTÉ DES SCIENCES DE LYON

POUR OBTENIR

LE GRADE DE DOCTEUR DE L'UNIVERSITÉ DE LYON

(Physiologie)

PAR

Pierre FORESTIER

1^{re} THÈSE. — CONTRIBUTION A L'ÉTUDE DU MÉTABOLISME
DE L'IODE.

2^{me} THÈSE. — PROPOSITIONS DONNÉES PAR LA FACULTÉ.



Soutenues en Juillet 1925 devant la Commission d'Examen :

MM. E. COUVREUR, L. CLÉMENT.



LYON

IMPRIMERIE SIBILAT

32, rue Molière, 32

—
1925

UNIVERSITÉ DE LYON - FACULTÉ DES SCIENCES

Doyen

M. DEPÉRET, * O., * I., ✕, Membre de l'Institut.

Assesseur

M. KÆHLER, * O., * I., ✕, Correspondant de l'Institut.

Professeurs honoraires

MM. VESSIOT, * I.— R. DUBOIS, *, * I., ✕.— GÉRARD * O., * I.
RIGOLLOT, *, * I.

Professeurs titulaires

MM. GOUY, * O., * I., Membre de l'Institut, Professeur de *Physique*.
DEPÉRET, * O., * I., ✕, Membre de l'Institut, Professeur de *Géologie*.
KÆHLER, * O., * I., ✕, Professeur de *Zoologie*, Corresp. de l'Institut.
OFFRET, *, * I., ✕, Professeur de *Minéralogie théorique et appliquée*.
LE VAVASSEUR, *, * I., Professeur de *Calcul différentiel et intégral*.
DULAC, *, * I., Professeur de *Mathématiques pures*.
MASCART, *, * I., ✕, *Astronomie physique*.
GRIGNARD, * O., * I., ✕, Correspondant de l'Institut, Professeur de
Chimie organique.
SIRE, * A., *Mécanique rationnelle et appliquée*.
COUVREUR, *, * I., Professeur de *Physiologie générale et comparée*.
MEUNIER, * O., I., Professeur de *Chimie industrielle*.
COUTURIER, * I., ✕, Professeur de *Chimie agricole*.
BEAUVÉRIE, *, * I., Professeur de *Botanique*.

Professeurs titulaires (sans chaire)

MM. VAUTIER, * I., *Physique*.
VANEY, *, * I., *Zoologie*.
THOVERT, *, * I., ✕, *Physique*.
LOCQUIN, *, * I., *Chimie générale*.

Maîtres de conférences et Chargés de cours complémentaires

MM. RAY, * I., *Botanique*.
JOB, *Chimie physique*.
PIERRON, * I., *Chimie appliquée*.
RICHE, * I., *Géologie*.
BONNET, * I., *Zoologie appliquée et Zootechnie*.
ROMAN (F.), * I., *Géologie agricole*.
CHIFFLOT, * I., ✕, *Botanique*.
MAYET, *, * I., *Anthropologie*.
PELOSSE, * A., *Sériciculture*.
CLÉMENT, * I., ✕, *Physiologie*.
DONCIEUX, * I., P. C. N. S.
SEYEWETZ, * I., *Matières colorantes*.

Secrétaire

M. CLÈRE, * I.

CONTRIBUTION

A L'ÉTUDE

du

Métabolisme de l'Iode



Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41553425_0002

CONTRIBUTION A L'ÉTUDE DU MÉTABOLISME DE L'IODE

INTRODUCTION

Le Métabolisme de l'Iode chez les animaux et plus particulièrement chez l'homme est d'une extrême importance physiologique en raison de l'influence considérable et mystérieuse de la glande thyroïde sur le développement normal ou anormal de l'individu.

Il est absolument certain que le Métabolisme de l'Iode préside à la croissance de l'organisme. Bien des perturbations connues et sans doute inconnues n'ont chez les adolescents d'autres causes que la déficience ou l'altération de la sécrétion iodée.

L'iode et son métabolisme nous obligera ainsi, débordant du domaine de la Physiologie générale, à ajouter quelques considérations sur ses rapports avec la Physiologie Médicale, la question étant intimément liée.

De même, la présence de l'iode dans les corps organisés étant fonction, nous le verrons, de sa présence dans les corps telluriques, nous serons contraints de jeter un rapide coup d'œil sur ces derniers.

Les observateurs qui ont été sensibles à la présence de l'iode dans la nature, nous ont laissé des travaux aussi intéressants qu'importants, tant par leurs difficultés que par leurs résultats.

Tel CHATIN (1) qui, à la suite d'analyses longues et considéra-

bles, parvient, en 1850, à constater la présence de l'iode, en quantités minimales mais appréciables, dans les eaux de pluie et surtout de pluie d'orage, dans certaines plantes terrestres et aquatiques, dans certains aliments.

Mais CHATIN reconnaît que CANTU (2), de Turin, est le premier qui ait signalé la présence de l'iode dans les eaux potables et que c'est à ce chimiste que revient l'honneur de cette découverte.

Toutefois, au point de vue historique, nous devons noter que vers 1832, (rappelons que COURTOIS (1) avait découvert l'iode dans les varechs en 1813), LECOQ (2) signalait dans un mémoire à l'Académie du Gard les effets particuliers d'engrais salins iodés en agriculture et que vers 1835, en Espagne, on attribua à la présence d'iode contenu dans les engrais obtenus par la fermentation de plantes aquatiques et marines utilisés pour la culture de la vigne, l'immunité des plants de vigne envers l'oïdium. Le sol recevant par cet engrais une moyenne d'iode évaluée à l'époque à

$$\frac{1}{600.000}$$

A côté de CHATIN, CANTU, citons également les noms de MULLER, ANGELINI, RIVET, BOUSSINGAULT, O. HENRY, etc...

Conseillé et encouragé par notre maître EDMOND COUVREUR, Professeur de Physiologie générale à la Faculté des Sciences de Lyon, nous avons effectué quelques recherches destinées à apporter notre contribution à la question si intéressante du Métabolisme de l'Iode.

A une certaine époque, on avait pensé que l'iode se rencontrait, dans la totalité des corps.

Il résulte cependant, quand on envisage les analyses qui ont été faites, que l'iode paraît distribué avec une certaine parcimonie chez les corps organisés et d'une façon relativement restreinte dans les corps telluriques.

Il semble que l'iode est nécessaire à l'accroissement de certains éléments qui puisent cet iode dans les milieux qui, cependant, n'en contiennent souvent que des doses extrêmement faibles.

Telles les plantes marines qui puisent des quantités d'iode relativement grandes de l'eau de mer qui n'en contient que des traces. Cela nous permet le rapprochement avec les crustacés qui y puisent le carbonate de chaux nécessaire à leurs téguments calcaires, alors que l'eau de mer n'en renferme que de faibles quantités, rapprochement avec toute la masse du règne végétal qui, depuis des siècles, puise son carbone à l'acide carbonique de l'air qui en contient peu.

Au point de vue physiologique, l'iode joue un rôle primordial dans le règne animal et surtout chez l'homme et les vertébrés en général, où son Métabolisme est une des fonctions des plus importantes. Le rôle de la glande thyroïde a pris ces dernières années une place de premier plan depuis la découverte de l'iode dans ce corps par BAUMANN (1). Cette glande a, entre autres fonctions, celle principale du Métabolisme de l'Iode. La teneur en iode du corps thyroïde varie assez fréquemment et peut même être totalement nulle dans certains cas pathologiques.

Cette débilitation iodée que l'on constate dans la glande thyroïde, héréditaire ou acquise, peut provoquer des affections graves, telles que l'atrophie infantile, le rachitisme, le nanisme, le crétinisme, etc...

Au moment de la croissance, à certaines périodes de la vie, les activités de l'organisme augmentent. Il y a un accroissement de la métabolisation et le corps thyroïde jouera un rôle primordial dans le développement de l'individu et l'équilibre de l'adolescent sera conditionné par un métabolisme régulier de l'iode.

Il arrive parfois que, par suite d'une augmentation considérable d'activité et d'un manque d'iode dans le sang, la glande croît de façon anormale et s'hypertrophie (hypertrophie atrophique), comme pour rassembler toute la quantité d'iode nécessaire à l'organisme.

On a observé que, si au cours de cette période de l'adolescence, on administre de l'iode, on peut prévenir cette hypertrophie et

même faire décroître une hypertrophie existante et ramener la glande à son état normal.

En raison de la concordance observée entre l'affection du goître, ou hypertrophie atrophique par hypoiodisme, de la glande thyroïde, avec l'absence d'iode dans les eaux et dans l'alimentation végétale de certaines contrées, plus particulièrement montagneuses, il nous a paru important de connaître, au point de vue physiologique, quels sont les aliments les plus propres à apporter de l'iode à l'organisme.

Nous avons donc recherché parmi quelques végétaux alimentaires les plus usuels quels étaient ceux qui contenaient de l'iode.

Nous signalerons nos observations sur l'absorption de l'iode par la plante, ainsi que nos observations sur l'élimination de l'iode chez l'animal, en notant l'importance primordiale de la glande thyroïde.

Enfin, en résumant les faits, nous ajouterons en termes de conclusion, les considérations physiologiques qui en découlent.

L'IODE DANS L'AIR, LES TERRES ET LES EAUX

CHATIN (1), le premier, sur les conseils de THENARD, a recherché l'iode dans les corps telluriques et y a consacré une partie de sa vie scientifique. C'est à la suite de ses recherches sur la présence de l'iode dans le cresson et certaines plantes aquatiques que CHATIN en avait déduit que cette présence impliquait son existence dans les eaux elles-mêmes ainsi que dans les terres, concluant ainsi :

La richesse des eaux en iode peut être présumée d'après la nature plus ou moins ferrugineuse des terrains qu'elles lavent;

La proportion de l'iode croît ordinairement dans les eaux avec celle du fer ;

Les eaux des terrains ignés sont plus iodurés, en moyenne et surtout plus uniformément iodurées que celles des terrains de sédiment ;

Les eaux des terrains essentiellement calcaires et magnésiens sont très peu iodurées ;

Les iodures ne sont pas nécessairement proportionnels aux chlorures ;

Les rivières alimentées par les glaciers contiennent fort peu d'iode ;

Les eaux des rivières sont, en moyenne, plus iodurées que celles des sources ;

Les eaux de puits sont à la fois les plus chargées de sels terreux (de chaux et de magnésie) et les plus pauvres en iode.

L'iode des eaux ne peut venir que du sol ; sa proportion varie avec les terrains : donc ceux-ci doivent être iodurés et à des degrés divers. De nombreuses analyses montrèrent qu'en effet les roches, les minéraux, le sol arable, les corps simples même réputés purs contiennent de l'iode en proportion variable suivant leur nature.

De la présence de l'iode dans la terre végétale découlait celle de ce corps dans les plantes et les animaux terrestres.

Dans un milieu et dans des conditions semblables, le vin, dans lequel la proportion de l'iode varie avec la nature du sol, est toujours, dans une contrée donnée, plus ioduré que l'eau ; le lait l'est plus que le vin ; le lait d'ânesse plus que le lait de vache. L'iode se concentre aussi dans les œufs, à ce point qu'un seul œuf de poule en contient quelque fois autant que deux litres d'eau et qu'un litre de lait.

La disparition lente, mais spontanée de l'iode contenu dans les eaux douces, sa volatilisation rapide quand l'eau est chauffée et sa présence dans les produits de la distillation, son élimination des eaux dures, si rapide que c'est rarement qu'on parvient à l'y découvrir, même quand celles-ci sortent de terrains très iodurés, sont autant de circonstances qui ont frappé CHÂTIN.

Où allait l'iode qui quitte les eaux à la suite de la décomposition spontanée des iodures de chaux, de magnésie ou de fer, qu'elles renferment ou qui s'y forment nécessairement toutes les fois (et c'est le cas ordinaire) qu'elles ne sont pas alcalines ? Dans l'air sans doute.

Ainsi posé, le problème était à moitié résolu, un appareil approprié au lavage de quelques 1.000 litres d'air a fait le reste. Comme contre-épreuve, l'iode a été cherché et trouvé dans les eaux de pluie, qui, se réunissant peu à peu dans l'atmos-

phère et la traversant dans une grande étendue se trouvent dans les conditions les meilleures pour la dépouiller de l'iode qui s'y élevait incessamment de la surface de la terre. L'analyse de l'air expiré a d'ailleurs prouvé que la plus grande partie de l'iode est fixée par les poumons dans l'acte de la respiration.

Les recherches dont CHATIN rend compte, ont été faites pour la plupart sur des matériaux recueillis dans les Alpes de la France et du Piémont et un grand nombre d'analyses ont été faites sur place.

Les observations par lesquelles cet auteur était amené à penser que l'iode existait dans l'atmosphère, et bientôt après à y constater directement sa présence, ne permettaient pas de s'arrêter à l'hypothèse suivant laquelle ce corps serait porté dans l'air par l'action dynamique des vents à la surface des eaux salées, des eaux douces et du sol, desquels il serait enlevé au prorata du chlorure de sodium et des autres composés chimiques. L'iode se présentait au contraire comme un élément à ajouter à ceux dont la place a été fixée par les travaux antérieurs dans la composition générale de l'atmosphère.

CHATIN a réuni, dans de nombreux tableaux, les recherches qu'il a faites sur l'atmosphère des Alpes, soit directement par le lavage de l'air, soit indirectement par l'analyse des eaux pluviales. Viennent ensuite, afin de montrer qu'au moment même où CHATIN parcourait les Alpes, l'atmosphère de Paris avait conservé sa constitution normale, les résultats fournis par des lavages d'air faits à l'aide d'appareils qui y fonctionnaient en son absence, et par les pluies recueillies à la même époque.

Enfin CHATIN établit par d'autres tableaux d'analyses faites sur divers points et à des époques variables le contraste entre l'atmosphère des Alpes, si pauvre en iode, et celle des contrées où cet élément est relativement abondant. Ces tableaux offrent, dans des colonnes spéciales, la notation des vents, de la température, de la hauteur.

Si nous considérons les résultats de CHATIN, nous arrivons à ces conclusions :

Sur les sommets et dans les vallées des Alpes, l'air et les eaux douces, aussi bien les eaux légères que celles où dominent les sels terreux, sont presque également pauvres en iode.

Qu'à une certaine distance des grands massifs, l'air et les eaux légères sont riches en iode.

Que les eaux dures sont presque toujours peu ou point iodurées, quel que soit l'état de l'air.

Que, par conséquent, il y a toujours parallélisme entre l'air et les eaux potables légères, à l'exclusion des eaux séléniteuses, d'où se déduit encore comme corollaire, la possibilité de déterminer l'état de l'air par celui des eaux légères et réciproquement.

Et enfin, que les eaux minérales, celles du moins qui paraissent se former au-dessous de la zone de terre perméable aux eaux communes, sont, indépendantes et de l'état d'ioduration de ces dernières et de celui de l'atmosphère.

Enfin, CHATIN donnait les conclusions suivantes :

« Peut-on en ayant égard à la somme d'iode répartie soit dans l'air, soit dans les eaux, soit dans le sol, et les productions alimentaires, reconnaître qu'il y a coïncidence entre l'abondance de ce principe et l'absence complète du goître et du crétinisme, entre sa diminution progressive et le développement correspondant de ces maladies ? », CHATIN répond :

1°. — Le goître et le crétinisme sont inconnus dans les contrées normalement iodurées.

2°. — Ces maladies se montrent quand la proportion de l'iode diminue.

3°. — L'iode est le spécifique du goître.

Un certain nombre d'eaux minérales contiennent de l'iode. Il faut noter que d'une façon générale l'iode se retrouve dans les eaux ferrugineuses et sulfureuses.

Aux travaux de CHATIN, il convient de rapprocher les résultats de A. GAUTIER (6) sur la présence de l'iode dans l'air.

Il en résulte que :

1°. — L'air de Paris contient moins de 1/500 de milligramme d'iode libre ou à l'état de gaz iodés dans 4.000 litres d'air environ. Sous cette forme, l'iode n'existe pas, ou n'existe pas en quantité sensible dans l'air de Paris, ni dans celui des bois, de la montagne ou de la mer ;

2°. — Il en est de même de l'iode qui pourrait à la rigueur se trouver dans l'air à l'état de sels solubles (iodures ou autres) en poussières extrêmement ténues.

3°. — Au contraire, pourvu qu'on agisse sur 2.000 à 3.000 litres à Paris, sur 200 à 300 litres à la mer, on trouve dans l'air une petite quantité d'iode sous une forme fixe et insoluble dans l'eau. Cet iode ne devient sensible qu'après que la bourre de coton de verre où il s'est déposé a subi l'action de la potasse fondante. Ce métalloïde semble contenu dans l'air sous forme de principes iodés complexes, peut-être d'algues, lichens, mousses, schizophytes ou spores en suspension.

Sous cette forme d'iode organique en suspension dans l'air A. GAUTIER trouve :

sur 1.000 litres à Paris.....	o mgr. 0013
— à la mer....	o mgr. 0167

à 40 m. au-dessous du sol :

Iode, pour 100 gr. de poussières	o mgr. 066
----------------------------------	------------

à 77 m. au-dessus de la rue :

Iode, pour 100 gr.....	o mgr. 551
------------------------	------------

L'iode de l'air se trouve donc accumulé dans les parties les moins denses des poussières ; il ne devient sensible qu'après fusion à la potasse ; il est surtout abondant dans l'air de la pleine mer où ne se rencontrent pas de poussières minérales insolubles, mais où sont emportées les spores, algues et débris du plankton.

Toutes ces constatations portent à penser que la majeure partie de l'iode de l'air paraît surtout originaire d'algues microscopiques ou de spores iodées d'origine marine, sans que rien ne démontre toutefois que les végétaux terrestres inférieurs ne puissent fournir aussi une partie de ce métalloïde.

« Il ne paraît pas que l'iode existe dans l'air, du moins en
« quantité sensible, à l'état de vapeur provenant de la décom-
« position, expérimentalement établie, des iodures alcalins par
« l'oxygène en présence de l'acide carbonique (Berthelot) au par
« l'ozone atmosphérique. Je n'en ai pas trouvé sous cette forme
« 1/500 de milligr., dans 4.000 lit. d'air. L'air de Paris, des bois,
« de la montagne et de la mer elle-même ne m'en fournit pas
« davantage, soit à l'état organique, soit à l'état d'acide iodhy-
« drique, soit sous celui d'iodures alcalins ou terreux issus de la
« mer ou du sol. » (A. GAUTIER.)

L'Iode dans l'eau de mer

L'iode dans l'eau de mer a été tout particulièrement étudiée par A. GAUTIER, dont il faut rappeler les conclusions :

« Depuis Marchand (7), de Fécamps, qui donna le chiffre excessif de 9 mgr. d'iode par litre d'eau de mer (il opérait sur l'eau du rivage où l'iode se concentre), jusqu'à Stephenson Macadam (8), qui assurait qu'il faut évaporer plusieurs gallons d'eau de l'Océan pour y trouver 1/500.000 de grain d'iode (Jour. F. prakt. Chem., T. VIII, le gallon étant de 4 lit. 54 et le grain de 53 mgr., ce serait, d'après cet auteur, au maximum 0 mgr. 00012 d'iode qu'on trouverait par litre d'eau de mer), à Kœttstoffer (9), qui en trouva 1 mgr. en 50 litres (Zeitsch F. analyt. Chem., III Heft, Octobre 1878) et à Boussingault (10) qui déclarait qu'il est à peu près impossible de trouver de l'iode dans l'eau de mer (Ann. de Chim. et de Phys., 2^e série, T. XXX, p. 94 et 95), cette question était restée irrésolue. »

L'eau était puisée à l'entrée de la Manche, à 40 km. environ des côtes, à peu près à mi-chemin entre Brest et l'Île de Guernesey. Douze litres d'eau de mer étaient prélevés à la surface, avec toutes les précautions convenables. Cette eau, transportée au laboratoire dans deux bouteilles bouchées à l'émeri, fut traitée pour la recherche de l'iode par la méthode dont le principe, en réalité, est dû à J. KRUTWIG (11) (Deuts. Chem. Gesell., T. XVII, p. 341. Pour son application, voir Déchan, *Bull. Soc. Chim.*, T. XLVII, p. 331 et XL, p. 342).

Or, lorsqu'on cherche ainsi l'iode dans un litre d'eau du plein océan, on n'en trouve pas une trace.

Il n'existe pas trace d'iodures minéraux dans cinq litres d'eau de mer, ou, du moins, il y en a une quantité inférieure à 0 gr. 0001.

« Désormais, convaincu de ce fait, en apparence paradoxal
« (car on retrouve l'iode dans le sel de cuisine extrait de l'eau de
« mer (Kœttstoffer, cité plus haut, a trouvé 0 gr. 008 d'iode
« dans un kilogr. de sel de cuisine ordinaire) et dans les algues
« qu'elle baigne), et me rappelant ce que j'avais observé déjà
« pour l'air atmosphérique, qui, tout en contenant de l'iode
« organique n'en fournit pas la moindre quantité sous forme
« d'iodures, je me suis demandé si l'iode existerait dans l'eau
« de mer à l'état de corps organisés (spongiaires, algues micros-
« copiques, etc.), ou de composés organiques iodés, tels que
« les nucléines iodées, la spongine, l'iodothyline, etc. ».

Pour se rendre compte, A. GAUTIER, a repris le résidu resté insoluble dans l'alcool étendu des 5 litres d'eau de mer où il avait déjà recherché (inutilement) l'iode minéral. Ce résidu fut humecté de potasse pure concentrée mélangé de potasse en plaques exempt d'iode, et le tout fut chauffé jusqu'à fusion complète, dans une capsule de nickel pur, dans le but de détruire toute matière organique. Il se dégage l'odeur alcaline et ptomaïnique due à la destruction des matières organiques azotées complexes. Après refroidissement, le résidu placé dans la glace fut saturé avec précaution par l'acide sulfurique étendu, réalcalinisé faiblement et repris par l'alcool à 90°. Celui-ci fut cherché dans le produit résiduel par la méthode précédente.

L'auteur a trouvé :

Soit :	Iode organique total pour 1 litre	2 mgr. 40
	Iode organique total pour 5 litres	12 milligr.

Selon A. GAUTIER, l'iode existe bien dans l'eau de mer en quantité pondérable, du moins dans celle qui a été puisée à la

surface ou à faible profondeur, mais la matière iodée est entièrement insoluble dans l'alcool étendu et l'iode n'apparaît qu'après fusion à la potasse.

Cet élément s'y trouverait donc à l'état organique et sous cette forme il existerait dans l'eau de mer en quantité très sensible, qu'on peut doser même dans 10 gr. d'eau.

Après avoir examiné l'eau au microscope, on trouve que la masse du dépôt est composée d'une matière muqueuse dans laquelle sont plongés une quantité de débris minéraux, charbonneux et organisés. Parmi les corps organisés on reconnaît des fibres ligneuses, des spores de végétaux et d'animaux, des spicules d'éponges, de rares fragments d'insectes, des flagellés, des rotifères et surtout des diatomées variées, parmi lesquelles des espèces appartenant aux genres *Coscinodiscus*, *Ullosira*, *Campylodiscus*, *Sarizella*, *Amphora*, *Synedra*, *Nitzchia*, *Navicula*, *Pleurosigma*, etc.

Le dépôt organisé recueilli sur le biscuit de porcelaine n'a pas paru atteindre par litre le poids de 0 gr. 01.

Le dépôt correspondant à 5 litres d'eau de mer et le filtre de biscuit où il s'était formé, furent fondus avec la potasse et, l'iode dosé, on trouva :

Iode des parties organisées de 5 litres d'eau de pleine mer :

Iode	2 mgrs. 6
soit par litre.....	0 mgr. 52

L'eau de mer qui avait été filtrée sur biscuit fut, à son tour, évaporée après alcalinisation et le résidu traité par la potasse caustique, fondante.

On y dosa ensuite l'iode par le procédé (*Bull. Soc. Chim.*, T. XLVII, p. 331 et T. XL, p. 342), on trouva :

Iode organique dissous en 1 litre d'eau de pleine mer :

Iode	1 mgr. 80
------------	-----------

Il résulte de ces dosages qu'un litre d'eau de pleine mer contenait :

Iode organisé insoluble	0 mgr. 52
Iode organique dissous	1 mgr. 80
Total de l'iode organique par litre	2 mgr. 32

On a vu plus haut qu'on a trouvé directement pour la totalité de l'iode, par litre 2 mgr. 40. C'est une confirmation bien concordante des deux chiffres précédents.

Il résulte de ces constatations :

1° Que l'eau de la pleine mer, prise à la surface, ou puisée à une faible profondeur, ne contient pas d'iodures minéraux ;

2° Que dans cette eau, la totalité de l'iode (à des traces près) existe sous forme de composés organiques ;

3° Qu'une partie de cet iode organique, le cinquième environ, dans le cas présent, est fixé dans les êtres microscopiques : zooglées, algues, spongiaires, etc., qui vivent à la surface et jusqu'à une certaine profondeur et constituent le plankton de la haute mer ;

4° Que les quatre cinquièmes de l'iode de l'eau de mer y sont à l'état de composés organiques solubles.

On peut se demander si cette matière organique soluble provient des algues et autres organismes iodés de l'eau ou bien si elle se forme indépendamment d'eux et se constitue le milieu favorable, la matrice où prennent naissance ces êtres inférieurs. Les algues microscopiques du plankton sont, d'après le dosage donné, *extrêmement* riches en iode.

Comme tous les êtres vivants, ces algues, spongilles, etc., déclinent à un certain moment et lorsqu'elles souffrent et meurent dans l'eau, elles lui cèdent une partie de leur iode (ALLARY, *Bull. Soc. Chim.*, t. XXXV, p. 11-12, 1881).

On a établi aussi que les feuilles nouvelles des grandes algues contiennent plus de deux fois plus d'iode que celles de la plante âgée. Il semble bien qu'une partie de la matière organique iodée de l'algue peut, en certains cas, repasser en dissolution dans l'eau de mer, pour être soumise plus tard à une nouvelle assimilation par les êtres nouveaux à l'état de croissance. Au contraire, si ces êtres meurent et se putréfient, comme cela se produit dans les marais salants, la substance organique est détruite et l'iode minéral peut dès lors apparaître.

En partie dissoutes dans l'eau, en partie fixées dans les êtres microscopiques, les composés organiques iodées et azotées complexes de la mer s'accumulent dans les eaux du rivage qui déposent, sous forme d'écumes, de zoogléas, de diatomées, etc., leurs matériaux chargés d'iode, matériaux en partie solides, en partie muqueux, restant après le bain adhérent à la peau qui les absorbe ensuite partiellement. (GALLARD (12), T. 128. C. R. Ac. Sc., p. 1117.)

« Mais il reste à s'expliquer d'où provient l'iode organique de la mer, aussi bien celui des algues, spongiaires, etc., que celui qui s'est fixé dans la matière organique iodée soluble dans l'eau. Vient-il des sources et émanations issues des profondeurs, là où l'absence de toute lumière ne permet pas la vie des organismes du plankton ? Ne passe-t-il que plus haut à l'état organique et organisé dans les couches plus ou moins illuminées de la mer ? »

A. GAUTIER donne également les variations iodées de l'eau de mer puisée à différentes profondeurs (13).

Pour l'eau de l'Océan Atlantique, prise à l'entrée de la Manche, à 40 kilomètres des côtes et à la surface.

		Mgrs.
IODE (par litre d'eau)	Iode minéral.....	0,000
	Iode des parties organisées retenues par le filtre de biscuit.....	0,520
	Iode des combinaisons solubles com- plexes	1,800
	Total par litre....	2,320

Pour l'eau de la Méditerranée prise dans le golfe du Lion, à 11 kilomètres des côtes.

		Mgrs.
IODE (par litre d'eau)	Iode minéral.....	0,000
	Iode des parties organisées retenues par le filtre de biscuit.....	0,286
	Iode des combinaisons solubles com- plexes	1,960
	Total par litre....	2,246

Examen des eaux au point de vue 1°. De leur densité ; 2°. Du poids du résidu sec ; 3°. De leur chlore, brome et iode total ; 4°. De leur richesse en iode total et de la nature de leurs divers composés iodés. Ces eaux paraissaient limpides et toutes les opérations furent pratiquées sans filtration préalable.

Densités aux diverses profondeurs :

Prise à 4° et sur 250 cmc.

Surface	Densité	Poids du litre à 4°
880 ^m	1,03014	1030 gr. 14
880 ^m	1,03104	1031 gr. 04
980 ^m	1,03076	1030 gr. 76

Résidu sec. — Pris sur 10 cmc d'eau mesurés à 4° et additionnée de 0 gr. 02 de carbonate de soude sec, pour éviter les pertes dues à la dissociation à chaud du chlorure de magnésium ;

La dessiccation fut faite au bain-marie, puis à 105°, jusqu'à constance de poids.

Surface	Résidu sec par litre d'eau
880 ^m	43 gr. 40
980 ^m	44 gr. 78
»	43 gr. 41

Chlore - brome - iode. — La totalité du chlore, brome et iode fut dosée par poids, toujours dans un même volume d'eau à 40°.

profondeur	Chlorobromoiodure d'argent (p. litre)	Calcul (théorique) en sel marin
880 ^m	0 gr. 8579	34 gr. 92
880 ^m	0 gr. 8844	35 gr. 99
980 ^m	0 gr. 8767	35 gr. 68

Composés iodés. — Pour la recherche des corps iodés l'eau fut analysée trois jours après son puisement : elle n'avait qu'entre-
 trevu la lumière au moment de son traversement. Il était impor-
 tant en effet d'éviter les modifications que, sous son influence
 les êtres vivants ou non, pouvait lui faire subir. Les matières en
 suspension, vivantes ou non, furent séparées par le filtre de
 biscuit de Sèvres, en pleine obscurité. On dosa ensuite l'iode
 sous ces trois formes, comme il a été dit. (Comptes rendus
 CXXVIII, p. 1069.)

		Iode p. lit. Mgrs.
A la surface	Iode retenu par le filtre de biscuit (matière graisseuse, parties insolu- bles, êtres vivants).....	0,286
	Iode entièrement ou partiellement organique et soluble.....	1,960
	Iode minéral (iodures, etc.).....	0,000
	Total par litre....	2,246
A 980 m. de profondeur	Iode retenu par le filtre de biscuit (organisé, insoluble, etc...).....	0,100
	Iode entièrement ou partiellement organisé et soluble.....	2,130
	Iode minéral (iodures, etc...).....	0,150
		2,380
A 980 m. de profondeur	Iode retenu	0,065
	Iode en partie organisé.....	1,890
	Iode minéral.....	0,305
		2,260

D'où : L'iode total par litre d'eau est presque constant du haut en bas de la mer, quel que soit le point où l'on puise l'eau.

L'eau de la Méditerranée paraît légèrement plus pauvre en iode total (2 mgrs. 25 par litre) que celle de l'Océan (2 mgrs. 40). A mesure que l'on monte vers la surface et que les êtres vivants (algues ou protozoaires) s'accumulent dans l'eau de mer, l'iode minéral des profondeurs disparaît ; il est de 0 mgr. 305 par litre au fond, de 0 mgr. 150 seulement à 100 mètres au-dessus ; totalement disparu à la surface et bien avant d'arriver, dans les couches de plankton.

L'iode organisé augmente à mesure qu'on s'élève à partir du fond comme augmente la masse des êtres vivants qui le fixent.

L'iode dissous à l'état de combinaisons complexes est maximum à 880 mètres, mais varie peu de haut en bas.

Les substances auxquelles cet iode appartient ne semblent donc pas provenir principalement des êtres vivants si nombreux à la surface, et si rares à ces profondeurs.

III

L'IODE CHEZ LES VÉGÉTAUX

Les Plantes Marines

Rappelons tout d'abord le nom de COURTOIS (3) qui, en 1813, découvrit l'iode dans le varech, découverte dont il est inutile de signaler l'importance et les bienfaits.

On peut dire que toutes les plantes marines contiennent de l'iode. Les plantes marines ont besoin de l'iode comme le disait LIEBIG, pour se développer et leur existence est liée à la présence de l'iode, absolument comme la vie des plantes terrestres dépend de la présence des alcalis et des terres alcalines.

Nous avons cité LECOQ (4) qui, en 1832, signalait les propriétés spéciales des engrais composés d'algues et attribuait à l'iode ces particularités.

Rappelons que RIVET (14), en 1853, avait publié un note dans les Comptes rendus de l'Académie des Sciences (V. 37, p. 724) sur l'influence des engrais iodurés et engrais marins. (Le Docteur LOZE (15), en 1847 et M. SOULEYET (16), en 1849, attribuaient à

la présence de l'iode dans le sol apporté par des engrais composés d'algues marines, des propriétés toutes particulières au vin, dont le goût et le parfum jouissaient de qualités spéciales. Ils attribuaient également à la présence de l'iode dans la vigne l'immunité de cette dernière dans certaines maladies parasitaires et plus particulièrement l'oïdium). (MOURIES) - (17).

M. RIVET, à la suite d'expériences, concluait que l'engrais produit par la fermentation des plantes marines est employé depuis 1835 dans quelques parties de l'Espagne.

Le sol qui reçoit cet engrais contient en moyenne 1/600.000 d'iode. Les vignes qui y vivent n'ont jusqu'à présent subi aucune atteinte de l'oïdium, et le vin produit par ces vignes jouit de propriétés spéciales ; il porte le nom de « *Malaga-Rives de Mer* », dans le commerce, où il est très rare. Il constitue le produit végétal l'un des plus riches en iode. Ce principe y est contenu dans la proportion de 1/50.000 en moyenne.

Quoique la présence de l'iode soit constante dans les algues, cet élément s'y rencontre en proportions très différentes suivant les espèces, comme le montre les chiffres suivants qui sont empruntés à E. ALLARY (18), Bull. Soc. Chim., t. XXXV, p. 11, 1881.

	Iode - Mgr.
<i>Lamanaria digitata</i>	0,060
— <i>Saccharina</i>	0,044
<i>Fucus vesiculosus</i> {	
— <i>serratus</i> ...	moyenne 0,012
— <i>modosus</i> ..	
— <i>siliquosus</i> .	
<i>Laminaria bulbosa</i>	0,0077

D'après le tableau ci-dessus, les algues d'eau de mer examinées contenaient de 7 mgrs. à 60 mgrs. d'iode pour 100 gr. de plantes fraîches.

Déjà ALLARY observait que la richesse en iode variait beaucoup d'une espèce à l'autre et pour une même espèce, elle variait aussi avec la latitude. Il avait remarqué que les feuilles nouvelles chez les algues, particulièrement chez le *Digitalis Stenolobus*, contenaient environ une quantité d'iode deux fois plus grande que dans les feuilles anciennes qui semblent abandonner en partie leur iode au liquide ambiant où il entre en dissolution pour être soumis plus tard à une nouvelle assimilation par les êtres nouveaux à l'état de croissance.

MARCHAND (19), KNAUSS (20), CUNIASSE (21) firent les mêmes remarques sur les variations en iode observées dans une même sorte de *Fucus*.

Chez les plantes terrestres, BOURCET (22), a fait les mêmes observations.

Egalement, lors de nos recherches nous avons trouvé des différences notables d'iode chez les mêmes végétaux poussant dans des terrains cependant proches les uns des autres.

CUNIASSE a fait porter ses recherches sur deux catégories d'algues. Les unes, qu'il nomme les *algues pauvres*, ont été recueillies dans les eaux du bassin d'un port; les autres, les *algues riches*, ont été recueillies sur les rochers du large.

Les algues pauvres :

donnent un pourcentage d'iode variant de 0 mgr. 07 à 0 mgr. 157.

Les algues riches :

donnent un pourcentage d'iode variant de 0 mgr. 382 à 1 mgr. 408.

HENDRICK (23), d'Aberdeen, a fait ses analyses dans son laboratoire avec des échantillons qui ont été recueillis en différentes époques de l'année et en différentes places, tel que l'Atlantique et le North Sea Coasts de Scotland (James HENDRICK, 1916, Journal de la Société de Chimie Industrielle).

Les résultats de ces analyses sur les plantes sèches et fraîches ainsi que sur les cendres, sont les suivants :

TENEUR EN IODE

	MAXIMUM		MINIMUM		AVERAGE (Moyenne)	
	Stems (Tiges)	Fronds	Stems	Fronds	Stems 15 samples	Fronds 12 samples
LAMINARIA CLOUSTONII plantes fraîches.....	0/o	0/o	0/o	0/o	0/o	0/o
LAMINARIA CLOUSTONII plantes sèches.....	0,131	0,170	0,072	0,023	0,094	0,084
LAMINARIA STENOPHYLLA plantes fraîches	0,760	0,482	0,455	0,098	0,552	0,329
LAMINARIA STENOPHYLLA plantes sèches	0,098	0,081	0,033	0,050	0,061	0,064
LAMINARIA STENOPHYLLA plantes sèches	0,501	0,492	0,236	0,205	0,355	0,304

TENEUR EN IODE **des principales variétés de FUCUS**

	MAXIMUM			MINIMUM			AVERAGE		
	FUCUS vésicu- losus	FUCUS nodo- sus	FUCUS serra- tus				Samples		
							8	10	8
	o/o	o/o	o/o	o/o	o/o	o/o	o/o	o/o	o/o
Plantes fraîches.	0,026	0,067	0,019	0,004	0,012	0,008	0,010	0,026	0,013
Plantes sèches..	0,103	0,238	0,067	0,013	0,042	0,024	0,034	0,086	0,048

TENEUR EN IODE

	LAMINARIA STENOPHYLLA			LAMINARIA DIGITATA		
	STEMPS		FRONDS	STEMPS		FRONDS
	Original composition	Total extracted		Original composition	Total extracted	
Matière extraite par l'eau après traitement par l'autoclave.	0,33	0,025	0,064	0,094	0,086	0,020
	Iode déterminé d'après 3 essais seulement	Iode déterminé d'après 3 essais seulement	Iode déterminé d'après 3 essais seulement			
Plantes marines après traitement par autoclave; pourcentage trouvé dans les extraits et dans la pulpe.	89,31	7,01	98,43	91,49	8,51	4,76
	Iode déterminé d'après 3 essais seulement	Iode déterminé d'après 3 essais seulement	Iode déterminé d'après 3 essais seulement			

VARIATIONS DU POURCENTAGE D'IODE

	Iode
<i>Laminaria cloustonii</i> , tiges.....	de 0,455 à 0,760
— — lames	de 0,098 à 0,482
— <i>Stenophylla</i> , tiges.....	de 0,236 à 0,501
— — lames	de 0,205 à 0,492
<i>Fucus vesiculosus</i>	de 0,013 à 0,103
— <i>serratus</i>	de 0,024 à 0,067
— <i>nodosus</i>	de 0,042 à 0,238

Observons l'écart énorme du pourcentage d'iode dans le *Fucus vesiculosus* de 0,013 à 0,103.

HENDRICK donne le tableau suivant de l'iode dans les cendres :

	Cendres	Iode de cendres
<i>Laminaria cloustonii</i> , tiges.....	6,09 %	1,548 %
— — lames foliaires.	5,31 %	1,697 %
— <i>Stenophylla</i> , tiges.....	5,75 %	1,045 %
— — lames foliaires.	4,72 %	1,364 %
<i>Fucus nodusus</i>	6,19 %	0,418 %
— <i>vesiculosus</i>	6,38 %	0,177 %
— <i>serratus</i>	5,60 %	0,220 %

P. SCURTI (25) ayant dosé l'iode contenu dans les algues du golfe de Naples a observé que la teneur en iode était plus importante au mois d'août qu'aux autres époques de l'année.

A. SEGERS-LAUREYS (24) a fait des dosages sur 4 sortes d'algues de la mer du Nord.

Elle a trouvé dans le .

<i>Fucus vesiculosus</i>	0,01 % d'iode	
— <i>serratus</i>	0,05 %	—
<i>Laminaria saccharina</i>	0,12 %	—
— <i>flexicaulis</i>	0,80 %	—

L'auteur a recherché en outre à quel état se trouvait l'iode dans ces algues : d'après ses conclusions l'iode se trouvait à l'état d'iodure de potassium.

Les Plantes Terrestres

Le nom de CHATIN (26) est indissolublement lié à l'histoire de l'iode, dans le cresson d'abord, dans les plantes terrestres comme dans l'air, les eaux et les terres.

Iode, qui, inconnu encore en 1813 époque où la découverte en fût faite par le salpêtrier COURTOIS dans les eaux-mères des soudes de varech, a pris sous la double impulsion de savants chimistes et d'habiles médecins, la plus grande place qu'aucune substance puisse occuper dans les domaines de l'hygiène et de la thérapeutique

Le cresson a joué dans l'histoire de l'iode un rôle très important. Voici comment : On avait cru, jusqu'en 1847, que l'iode n'existait que dans les varechs et dans quelques autres plantes des bords de la mer ou des sources salées qui, comme à Dieuze ou à St-Nectaire, sont minéralisées par des dépôts de sel gemme ; que, par conséquent, il avait une origine exclusivement marine.

Mais le chimiste MULLER (27) venait de reconnaître la présence de l'iode dans une plante d'eau douce, le cresson, et ce résultat peu connu ou mis en doute par les autres chimistes, fut consigné dans un livre de botanique, le *Règne Végétal* (Vegetable Kingdom) publié en Angleterre par le savant professeur LINDLEY (28), qui y rattacha au moins pour une bonne part les qualités médicinales du cresson.

Le fait signalé par MULLER, et rapporté par LINDLEY frappa

vivement l'attention de CHATIN et ce sont les recherches ayant pour point de départ sa simple vérification qui conduisirent CHATIN à trouver successivement l'iode dans toutes les plantes des eaux douces et dans ces eaux elles-mêmes, dans les plantes terrestres, dans les terres et tous leurs produits, dans presque tous les composés minéraux, dans l'atmosphère et jusque dans les aérolithes.

C'est ainsi que le cresson a joué un rôle considérable dans l'histoire de l'iode, qui n'est plus aujourd'hui une matière essentiellement marine, mais un corps dont la diffusion générale est établie. Et cette diffusion est si nécessaire, que là où par des conditions chimiques ou topographiques spéciales l'iode manque ou que du moins sa proportion est réduite au delà de certaines limites, des maladies particulières, le goître, le crétinisme, etc... frappent la population.

L'iode existe donc dans le cresson ; il y existe même en quantité assez forte pour avoir été découvert à une époque où les procédés de la chimie pour le déceler, étaient loin d'avoir atteint le degré de précision auquel ils ont été portés depuis. Mais cette quantité, cette proportion de l'iode dans le cresson était-elle fixe ou variable suivant certaines conditions susceptibles d'être appréciées ? C'est un point qu'il importait d'éclairer.

A cet effet, CHATIN entreprit sur le cresson et les autres plantes d'eaux douces une série nombreuse de recherches dont le résultat est celui-ci :

Dans toute plante aquatique, la proportion de l'iode s'élève ou s'abaisse avec la proportion de ce corps existant dans l'eau elle-même. Par conséquent, le cresson sera pauvre ou riche en iode suivant que l'eau au sein de laquelle il aura végété, sera elle-même pauvre ou riche en iode.

On pourrait connaître, dit CHATIN, approximativement la quantité d'iode dans un cresson donné, par la simple analyse de l'eau qui le baigne.

Ici se place une observation importante. L'iode, d'après les

analyses de CHATIN accompagne toujours le fer dans les eaux (une exception doit être faite pour quelques eaux ferrugineuses très chargées de sels terreux, comme les eaux de Passy) de telle sorte, qu'il a pu dire de lui « qu'il est satelliste du fer ». On peut donc prévoir que le cresson des eaux ferrugineuses sera riche en iode.

Or, comme les eaux ferrugineuses déposent près du point d'émergence de leurs sources, une boue ocracée, on voit même que sans recourir à aucune analyse, on peut affirmer des eaux qui forment de tels dépôts :

Elles sont iodurées.

Le cresson qui croîtra sera riche en iode.

Telle est l'eau de la source Marie, à Duvy, tel est le cresson que cette source alimente.

D'après un assez grand nombre de dosages, chaque botte (du poids de 275 grammes) de cresson vendu à Paris, contient en moyenne, 1 milligramme d'iode, tandis que le Cresson de la source Marie, et celui de rigoles qu'alimentent deux petites sources ferrugineuses, l'une Yvette, l'autre dans un parc de Ville-d'Avray, en renferment à peu près 3 milligrammes.

Ces faits ne sauraient être indifférents, quand il s'agit de l'emploi médical du cresson. On sait d'ailleurs, les observations du savant docteur RILLIET (29), de Genève, l'ont établi, (comme depuis longtemps on eut pu le déduire de l'efficacité de certaines eaux minérales contre le goître, etc...) que l'iode est un agent qui opère à doses minimales.

Ensuite de ses travaux sur le cresson, où CHATIN a établi que le pourcentage d'iode varie entre 0 mgr. 3 à 1 mgr., montrant que l'iode passait entièrement dans le suc et ne restait dans le marc qu'au prorata du suc retenu, CHATIN entreprit une série de recherches sur d'autres plantes aquatiques d'eau douce et terrestres et soumit successivement à l'analyse les plantes suivantes :

Arabis alpina, L. toute la plante.

Bourse à pasteur (*Caspella bursa pastoris*), toute la plante.

Chou (*Brassica oleracea*, L. V. Capitala), les feuilles.

Cochlearia Officinal, L. les feuilles.

Corbeille d'or (*Alyssum saxatile*, L.), toute la plante.

Drave printanière (*Draba verna*, L.), toute la plante.

Erysimum (*Sisymbrium Officinal*, Scop.), toute la plante.

Julienne (*Hesperis matronalis*, L.), toute la plante.

Moutarde blanche (*Sinapis alba*, L.), les graines.

Moutarde noire (*Brassica nigra*, Koch), les graines.

Radis (*Raphanus sativus*, L. V. radicula), racines et feuilles.

Raifort (*Cochlearia Armoracia*, L.), les racines.

Roquette sauvage (*Diplotaxis tenuifolia*, D. C.), parties vertes.

Raifort d'eau (*Nasturtium amphibium*, R. Br.), de la Seine, racines et feuilles.

Teraspic vivace (*Heris sempervirens*, L.) parties vertes.

Le *Raifort* d'eau donna seul des indices d'iode ; mais c'était assez pour démontrer :

1° que l'iode n'existe pas seulement dans le cresson en dehors des eaux salées ou minérales ;

2° qu'il n'est pas un attribut général des crucifères.

Puisque la cause de la présence simultanée de l'iode dans le *Raifort* d'eau et le *Cresson* n'est pas dans les analogies botaniques, quelle est-elle ?

Peut-être la trouverons-nous dans les conditions extérieures communes à ces deux espèces, dans celle de ces conditions qui frappe tout d'abord leur habitat au milieu des eaux. Et déjà cette conjecture prend de la consistance par cette considération que le *Raifort*, la *Giroflée*, l'*Erysimum*, etc... dans lesquels CHATIN n'a pu déceler la présence de l'iode, sont toutes des plantes terrestres. La confirmation de cette opinion devait être

demandée à l'analyse des plantes aquatiques prises à dessein dans divers groupes naturels.

La première espèce qui se présenta pour la vérification du rapport supposé exister entre l'habitat des plantes et la présence de l'iode dans leurs organes, fut le grand jonc des étangs, dit jonc des tonneliers (*Scirpus lacustris*, L.) lequel sert, comme on sait, à tresser ces grosses nattes si répandues à Paris. L'analyse de quelques cordons de l'une de ces nattes prouva qu'elles contenaient de l'iode, et un résultat semblable fut donné par les rhizômes de *Nymphaea* et les feuilles de *Poivre d'eau*.

L'existence de l'iode dans les plantes aquatiques se présentait déjà ici avec un caractère assez général pour que, guidé par quelques observations sur l'inégale netteté des réactions, CHATIN puisse instituer la série suivante d'analyses qui, tout en confirmant le fait principal devait faire apprécier quelques circonstances dans lesquelles il se modifie.

Cresson (*Nasturtium Officinale*, R. Br.), d'eaux stagnantes sous la terrasse de Saint-Germain ; indice d'iode.

Cresson d'eaux courantes d'Enghien ; réaction très nette.

Cresson d'eaux courantes près Senlis ; réaction très nette.

Souci des marais (*Caltha palustris*) des marais de Ville-d'Avray ; indices.

Caltha palustris L., des marais du Havre ; indices.

Carex paludosa, Good, des marais de Ville-d'Avray ; indices.

Carex coespilosa L., des marais de Ville-d'Avray ; indices.

Villarsia nymphoides, de l'étang de Saint-Cucufas ; réaction nette.

Villarsia nymphoides, de la Marne ; réaction très nette.

Villarsia d'une rivière de la Nouvelle-Hollande ; réaction très nette.

Nelumbium luteum, Willd., de l'Amérique Septentrionale ; indices.

Nelumbo (*Nelumbium speciosum*, Willd.), de l'Asie (les fruits; indices.

Lotos aquatique (*Nymphaea Lotus*, L.) d'Egypte ; indices.

Myriophyllum verticillatum L. des sources de Ville-d'Avray ; réaction très nette.

Ceratophyllum submersum L., des sources de Ville-d'Avray ; réaction très nette.

Ceratophyllum demersum L., des eaux croupissantes de Gentilly ; indices.

Potamogeton crispum L., d'eaux stagnantes à Gentilly; indices.

Potamogeton crispum L., des sources de Ville-d'Avray réaction très nette.

Potamogeton pectinatum L., de la Seine, près Saint-Cloud ; réaction très nette.

Nymphaea Alba L., des mares d'Auteuil ; indices.

Nuphar luteum, Smith, de la Seine, près Saint-Cloud, réaction très nette.

Nuphar luteum, Smith, du Gard, réaction très nette.

Roseau commun (*Phragmites communis*, Trin), du grand étang de Saint-Quentin, près Saint-Cyr ; réaction très nette.

Scirpus lacustris, L., des petits étangs de Meudon ; indices.

Scirpus lacustris, de l'étang de Saint-Quentin ; réaction très nette.

Typha angustifolia, L., de Saint-Quentin ; réaction très nette.

Typha minima, Hopp., des marécages de Tullins (Isère) ; indices.

Littorella lacustris, L., de Saint-Quentin; réaction très nette.

Ranunculus fluitans, Lam., du Loing ; réaction très nette.

Ranunculus aquatilis, L., var. *Heterophyllus*, des mares de Satory ; indices.

Chara foetida, Braun., des eaux stagnantes de Gentilly; indices.

Chara foetida, Braun., des sources de Ville-d'Avray ; réaction très nette.

Conferva crispata, Roth., des eaux croupissantes d'Enghien ; indices.

Conferva crispata, Roth., de la Seine, près Saint-Cloud ; réaction très nette.

Lentille d'eau (*Lemna minor* L.), des eaux croupissantes d'Enghien ; indices.

Callitriche aquatica, Hud. var *Heterophylla*, des eaux courantes d'Enghien ; réaction nette.

Glyceria fluitans, R. Br., des eaux courantes d'Enghien ; réaction nette.

Helosciadium modiflorum, Koch., des eaux courantes d'Enghien ; réaction nette.

Rumex conglomeratus, Murr. et *R. crispus* L., du bord des ruisseaux du Chesnay ; indices légers.

Sium angustifolium, L., des ruisseaux du Chesnay ; réaction très nette.

Epilobium tetragonum, L., des ruisseaux du Chesnay ; réaction très nette.

Garex riparia, Curt., des mares du polygone de Saint-Cyr, indices.

Carex riparia, Curt., des sources du polygone de Saint-Cyr ; réaction nette.

Fontinalis antipyretica, L., de la Marne, près Charenton ; réaction très nette.

Raijort d'eau (*Nasturtium amphibium*, R. Br.), des marécages de Meudon ; indices.

Iris pseudo-Acorus, L., des grands étangs de Ville-d'Avray ; réaction très nette.

Gratiolle (*Gratiola Officinale*, L.), du commerce ; indices

Trèfle d'eau (*Menianthes trifoliata*, L.), du commerce ; indices.

Plantain d'eau (*Alisma plantago*, L.), des marécages de Meudon ; indices.

Rhizômes d'Acore vrai (*Acorus calamus*, L.), du commerce ; indices.

Stratiotes aloïdes, L., des mares de Marly ; indices.

Becabunga (*Veronica becabunga*, L.), du commerce ; indices.

Fruits de cigüe d'eau (*Alnanthe Phellandrium*, Lamk.), du commerce ; indices.

Osmunda regalis, L. des ravins humides de Montmorency ; indices.

Rumex nemorosus, Schr., des plages de la Seine, près Neuilly ; indices légers.

Insérine (*Potentilla Anserina*, L.), des plages de la Seine près Neuilly, indices légers.

Potentilla supina, L., des plages de l'étang de Trou-Salé ; indices légers.

Racines de grande Consoude (*Symphitum Officinale*, L.), indices légers.

Racines d'Aunée (*Inula Helenium*, L.), du commerce ; indices légers.

Scrophularia aquatica, L., du bord des eaux de Ville-d'Avray ; réaction nette.

Scrophularia nodosa, L., des bois de Ville-d'Avray ; rien.

Valeriana dioïca, L., des marais de Ville-d'Avray et du Havre ; indices.

Valeriana officinalis, L., des bois de Ville-d'Avray ; rien.

Ranunculus aquatilis, L., var. *Heterophyllus*, des étangs de Ville-d'Avray ; réaction nette.

Ranunculus flammula, L., des marais de Ville-d'Avray ; indices.

Ranunculus lingua, L., des marais de Meudon ; indices.

Ranunculus sceleratus, L., des marais de Ville-d'Avray ; indices.

Ranunculus acris, L., des prairies de Meudon ; rien.

Ranunculus bulbosus, L., du bord des chemins de Ville-d'Avray ; rien.

Ranunculus repens, L., du bords des chemins de Ville-d'Avray ; rien.

Cresson de prés (*Cardamine pratensis*, L.), des marais de Ville-d'Avray ; indices.

Cardamine pratensis, L., des prairies élevées de Ville-d'Avray ; rien.

MM. FILHOL, professeur de chimie à Toulouse, et DERMIGNY, pharmacien à Péronne, ont bien constaté la présence de l'iode dans les plantes de la Garonne et de la Somme. M. PERSONNE, pharmacien en chef de l'Hôpital du Midi et préparateur à l'Ecole de Pharmacie, a trouvé l'iode dans une *Jongermanne* (*Ancura pinguis*, Dum.) venue dans les eaux des terrains granitiques du Morvan.

De cette série d'analyses, CHATIN déduit les conclusions suivantes :

1°. — Que les plantes qui se développent dans les eaux courantes ou dans les nappes d'eau assez grandes pour être fortement agitées par les vents (le grand étang de Saint-Quentin a plus de deux lieues de circonférences et les vagues s'y élèvent souvent à plusieurs mètres !) contiennent plus d'iode que celles des eaux stagnantes.

2°. — Que l'iode se trouve habituellement encore, quoique en quantité minime, dans les espèces (*Aunée*, *Consoude*, *Anserine*,

etc...) qui ne sont baignées par les eaux que très imparfaitement ou seulement durant une partie de leur vie.

3°. — Que les mêmes plantes contiennent de l'iode lorsqu'elles croissent dans l'eau, et en sont privées quand elles se développent hors de celle-ci.

4°. — Que la proportion d'iode observée dans les plantes est indépendante de leur place dans l'ordre naturel, et en général de leur nature spécifique.

5°. — L'iode existe à l'état d'iodure soluble.

Toujours présent dans les algues d'eau de mer, A. GAUTIER pense que l'iode devait y jouer un rôle pour ainsi dire spécifique, en rapport avec le fonctionnement des espèces de cette grande classe de végétaux et, par conséquent, cet élément existait dans toutes les algues, au moins dans celles à chlorophylle, quoique peut-être, dans ce derniers cas, en moindre quantité. C'est ce que l'expérience a confirmé.

Les algues d'eaux douces, courantes et stagnantes, celles qui poussent simplement sur la terre humide, celles qui s'introduisent dans les champignons et donnent ainsi les lichens, celles qui vivent dans les eaux sulfureuses froides ou chaudes et qui sont déjà des bactériacées. Les algues étudiées appartenaient aux divers ordres des *Cyanophycées*, *Chlorophycées*, *Floridées*, etc..

Cladophora fracta.

Cette algue contenait 88,4 pour 100 d'eau. Dans 250 grammes de cette algue fraîche on trouve 0 mgr. 433 d'iode, soit :

Iode : 0 mgr. 984 pour 100 d'algue sèche.

Nostoc fragilis (ordre des *Cyanophycées*, famille des *Noctocacées*).

Elle contenait 61 gr. 8 pour 100 d'eau.

31 grammes d'algue humide ont donné 0 mgr. 05 d'iode, soit :

Iode : 0 mgr. 423 pour 100 d'algue sèche.

Algue cyanophycée du groupe des *Rivulariées* (mélangée d'un peu de *Desmidiées*).

Iode : 0 mgr. 252 pour 100 d'algue sèche.

Protococcus pluvial (ordre des *Chlorophycées*, famille des *Protococaccées*), mélangée d'un peu de *Pandorina morum*, de *Gonium pectorale* et d'*Euglena viridiés*.

Cette algue verte contenait après essorage 98,24 d'eau. Elle a donné :

Iode : 2 mgrs. pour 100 d'algue sèche.

Batrachospermum (ordre des *Floridées*, famille des *Némaliées*).

Elle contenait, après centrifugation 93,16 pour 100 d'eau.

Iode : 1 mgr. 19 pour 100 d'algue sèche.

Beggiatoa (*Glairine* et *barégine*). Elle était mélangée de quelques autres sulfuraires formées de cellules arrondies, vraisemblablement *Thiocystis*. Cette algue venait des sources sulf. therm. de Luchon.

La matière totale contenait alors 98,52 pour 100 d'eau.

Iode : 36 mgrs. pour 100 de matière sèche.

Si au lieu de prendre les algues libres on s'adresse aux lichens, on retrouve dans le lichen l'iode qu'apporte l'algue.

Parmelia. On a traité 2 gr. à l'état frais.

Iode : Trace.

Trop faible quantité pour un dosage.

Peltigera. On a traité 1 gr. 37 pour 100.

Iode : 0 mgr. 298 pour 100.

Ainsi les lichens où l'algue n'existe qu'en proportion minime, à peine 1 pour 100 du poids total, contiennent aussi de l'iode en quantité le plus souvent dosable.

Il n'en est plus de même des végétaux de la grande famille des Bactériacées. Les essais faits pour savoir si leur teneur en iode les sépare nettement des autres algues, dont elles diffèrent aussi par leur mode de nutrition et par l'absence de chlorophylle, ont confirmé, qu'aux points de vue chimique et physiologique, ces plantes doivent être classées à côté des champignons.

Bacille de la diphtérie. (Variété américaine.)

13 litres de cultures pures des bactéries séchées pèseront 3 gr. 3.

Iode : Absence complète.

Bacille du tétanos.

20 cent. cubes à l'état de purée très épaisse, qui, séchée n'a laissé que 6 à 7 centigr. Ils provenaient de 3 lit. 5 de cultures.

Iode : 0 mgr. 00016 environ.

Quelques réserves sur ce cas. Les 20 cent. cubes de corps de bacille n'ayant laissé que 0 gr. 056 de résidu sec, le bacille ténanique donnerait pour 100 gr. à l'état sec, 0 mgr. d'iodé. Mais vu la faible quantité sur laquelle on a été obligé d'opérer, on ne peut répondre entièrement à ce nombre. (A. GAUTIER, Ac. Sciences, C. R., 129-1899.)

Quant aux champignons, l'iode a été cherché dans trois espèces, par M. BOURCET (alors préparateur de M. A. GAUTIER).

	Iode pour 100 gr.	
	de parties fraîches	à l'état sec
	mgr.	mgr.
<i>Igaricus campestris</i> (Champ. de couche)	0,023	0,270
— — — — —	0,013	—
<i>Boletus edulis</i> (Cèpe comestible).....	0,0172	—
<i>Cantharellus cibarius</i> (Girolle).....	0,0019	—

Les algues microscopiques, surtout celles d'eau de mer et celles qui habitent les lichens, paraissent particulièrement riches en iode.

A côté de ces travaux, nous devons citer les recherches de P. BOURCET (31), qui a dosé l'iode dans des matières alimentaires d'origine végétale pouvant redonner aux organismes l'iode déficitaire.

TABLEAU DE P. BOURCET

		milligram. par kilogr.
Solanées	<i>Solanum tuberosum</i> (Pomme de terre)	0,000
	<i>Lycopersicum esculentum</i> (Tomate)	0,07
	<i>Solanum melongena</i> (Aubergine)	0,01
Cucurbitacées	<i>Cucumis sativus</i> (Concombre)... ..	0,012
	<i>Cucumis sativus</i> (Cornichon)....	0,00
	<i>Cucumis melo</i> (Melon).....	0,06
	<i>Cucurbita maxima</i> (Potiron)....	0,017
Crucifères	<i>Raphanus sativus</i> (Petite rave)..	0,18
	<i>Brassica napus</i> (Navet).....	0,24
	<i>Brassica</i> (Rave)	0,16
	<i>Raphanus</i> (Radis noir).....	0,00
Chénopodées	<i>Beta rapa</i> (Bette rouge).....	0,14
	<i>Beta cycla</i> (Côtes de bette).....	0,38
	<i>Spicacia oleracca</i> (Epinards)....	0,021
Légumineuses	<i>Faba vulgaris</i> (Fève).....	0,14
	<i>Phaseolus</i> (Haricots verts).....	0,32
	<i>Phaseolus</i> (Haricots de Soissons). ..	0,013
	<i>Pisum sativum</i> (Pois verts).....	0,084

Liliacées	{	<i>Allium sativum</i> (Ail)	0,94
		<i>Allium cepa</i> (Oignon)	0,28
		<i>Allium porrum</i> (Poireau)	0,12
Polygonées	{	<i>Rumex acetosa</i> (Oseille)	0,047
Ombellifères	{	<i>Scandex cerfolium</i> (Cerfeuil)	0,14
		<i>Petroselinum sativum</i> (Persil)	0,00
		<i>Daucus carotta</i> (Carotte)	0,00
Synanthérées	{	<i>Lactuca sativa</i> (Laitue)	0,096
		<i>Cichorium intybus</i> (Chicorée)	0,000
		<i>Cichorium augustifolium</i> (Escarolle)	0,000

Ajoutons le résumé ci-dessous des analyses de Ralph Bonn (32), dans lequel nous ne signalerons que des matières contenant de l'iode.

SUBSTANCES	NOMBRE	SANS IODE	TRACES	IODE variant de 0 m/mg. 003 à 0 m/mg. 01
	d' ECHANTILLONS		d' IODE	
Grains de blé ..	2		1	1
Farine de blé ..	2	1	1	
Grains d'orge ..	4	2	1	1
Epi d'orge	3		1	2
Epi d'avoine ...	1			1
Trèfle	1		1	
Pomme de terre	3		1	2
Choux	2	1	1	

Frappé par la grande quantité de goîtres endémiques rencontrés dans les régions montagneuses des Etats-Unis, alors qu'il

est à peu près ignoré dans les autres régions, le distingué professeur FORBES (33) et ses collaborateurs MM. les Docteurs BEEGLE, FRITZ, MORGAN et RHUE ont effectué un grand nombre d'analyses sur les matières alimentaires prélevées dans les contrées très différentes.

Ces recherches entreprises au Laboratoire d'Agriculture expérimentale d'Ohio, n'ont pas donné des résultats très positifs. Ils ont trouvé des corps non iodés où l'on ne rencontrait pas de goitreux. Mais, une conclusion négative ne saurait être posée, parce que les conditions de l'existence ont été profondément transformées depuis la naissance des goitreux actuels, et des rapports exacts ne sauraient être établis avant 10 ou 20 années, c'est-à-dire quand les nouveaux-nés conçus, alimentés et élevés dans des conditions différentes de leurs parents seront adultes. Seulement à ce moment une conclusion pourrait s'imposer. Il ne suffit, en effet, que de traces d'iode apportées dans la vie fœtale et pendant l'enfance pour éviter le goitre, il ne suffit donc que d'aliments faiblement iodés, ou plus simplement de l'usage de sel marin au lieu de sel de gémme pour modifier totalement la croissance, le développement physique et intellectuel.

IV

L'IODE CHEZ LES ANIMAUX

Si l'on rencontre l'iode distribué de façon très inégale chez les animaux terrestres, on en trouve, par contre, chez tous les animaux marins, à commencer par les Monères, les Infusoires, les Eponges, etc.

Les quantités d'iode trouvées sont extrêmement variables. E. CAMERON (34) a trouvé chez les éponges des pourcentages variant de 0 mgr. 009 à 0 mgr. 019 pour cent de matière. Certaines espèces d'éponges en contiendraient jusqu'à 14 mgr. pour cent.

E. CAMERON (35) ayant examiné différentes espèces de coraux a trouvé un pourcentage variant de 0 mgr. 002 à 0 mgr. 099 ; chez les moules une moyenne d'iode de 0 mgr. 42 ; chez les huîtres une moyenne d'iode de 0 mgr. 1.

Le même auteur a effectué des quantités de recherches sur la présence de l'iode chez des animaux marins et terrestres ; chez tous, ou presque tous, il a trouvé de l'iode.

La présence de l'iode dans les matières alimentaires nous intéressant particulièrement, nous donnons le tableau publié par Paul BOURCET (36).

A noter que les résultats sont donnés pour 1.000 de matière.

TABLEAU DE P. BOURCET

		Iode par kilog.
		mgr.
<i>Clupea harengus</i> , (Hareng fumé), œufs		0.8
—	—	laitance ..
—	—	entier
—	—	entier
—	—	entier
<i>Gryhpea arcuata</i> (Huître portugaise).....		1.3
<i>Raja clavata</i> (Raie fraîche).....		0.2
<i>Marlangus vulgaris</i> (Merlan).....		0.3
<i>Scomber scombrus</i> (Maquereau)		0.3
<i>Alosa sardina</i> (Sardine salée)		0.6
<i>Trigla cuculus</i> (Faux rouget)		1.2
<i>Mytilus edulis</i> (Moules)		1.9
<i>Gadus morrhua</i> (Morue salée)		1.2
<i>Merlangus carbonarius</i> (Colin-tripes).....		2.4
—	—	(Colin-chair)
<i>Grangon vulgaris</i> (Crevette)		0.7
<i>Littorina littorea</i> (Bigorneau)		0.75

<i>Alburnus lacidus</i> (Ablette)	0.6
<i>Anguilla vulgaris</i> (Anguille)	0.8
<i>Esox lucius</i> (Brochet)	0.3
<i>Leuciscus rutilus</i> (Gardon carpé)	1.2
<i>Gobio fluviatilis</i> (Goujons)	0.12
<i>Abramis brama</i> (Brème)	1.2
<i>Salmo salar</i> (Saumon tête)	1.4
<i>Truite marina</i> (Truite saumonée)	0.1
<i>Cyprinus carpio</i> (Carpe)	0.6
<i>Leuciscus cephalus</i> (Chevenne)	0.07
<i>Chondrostoma nasus</i> (Mulet)	0.6
<i>Bolva vulgaris</i> (Lingue)	1.2

Le sang contenant de l'iode, P. BOURCET (37) avait recherché si les organes qu'il irrigue et les tissus qu'il imprègne ne contiennent pas ce métalloïde.

Trois lapins mâles de forte taille, pesant ensemble 4.200 gr., furent sacrifiés par section de la carotide, le sang fut recueilli et tous leurs organes isolés par une sélection soignée. Les organes de même nom furent réunis et le dosage d'iode pratiqué suivant les méthodes (Comptes rendus, T. CXXVIII, p. 1120), donna les résultats suivants :

Gr.			Iode milligr.
200	de sang.....	contenaient	0.005
60	muscle cardiaque	—	0.005
700	gros intestin (et contenu)....	—	0.017
300	intestin grêle (et contenu)...	—	0.03
175	vessie (et contenu)	—	0.000
500	estomac (et contenu)	—	0.04
400	foie et vésicule biliaire.....	—	0.71
82	reins	—	0.027
400	graisse	—	0.000
50	poils	—	0.9
500	muscles	—	0.025
40	tissu pulmonaire	—	0.03
52	appareil génital	—	0.03
30	cerveau	—	0.012
10	pancréas	—	0.000
200	peau (sans poils).....	—	0.12
17	globes oculaires	—	0.000

L'iode contenu dans les huiles de poissons marins est également en quantité fort variable. Henri MARCELET (38) a examiné des huiles préparées lors des croisières scientifiques de S. A. S. le prince de Monaco.

Les huiles de poissons possèdent, en général, un indice d'iode élevé ; quelle que soit la technique suivie, les résultats ne diffèrent pas énormément, mais aucune huile ne possède un indice aussi élevé que celui obtenu pour les échantillons de *Centrophorus* (224) et de *Centroscymus* (208). Ainsi les huiles suivantes possèdent toutes un indice d'iode beaucoup plus faible :

Tortue	111 - 112
Mendahen	139.2 - 172.6 (Hübl).
Sardine du Japon	100.1 - 164.0
Clupanodon	180.6 - 187.3 (Hübl).
Sardine	160.9 - 191.7
Hareng	103.1 - 142
Saumon	161.42
Anchois	152.4 - 169.3
Morue	135.4 - 181.3
Morue	159.0 - 176.9 (Vijs).
Ange	187 (Hübl).
Merlan vert	153
Requin	120
Thon	155.9
Eglefin	179
Requin arctique	114.6
Requin du Japon	128.3 - 136.0

Au cours d'études entreprises sur l'absorption cutanée, P. GALLARD (39) a été amené à rechercher le mode de pénétration de l'iode dans l'organisme.

La peau absorbe-t-elle l'iode d'une solution aqueuse ou alcoolique, avec laquelle elle est mise en contact.

La question n'est pas nouvelle, mais les réponses sont, jusqu'ici restées contradictoires.

La théorie la plus généralement admise est celle qui reconnaît, en partie, à la peau, un pouvoir absorbant, mais qui explique par une désorganisation préalable du tégument externe, la pénétration des sels dissous (Paul BERT, RABUTEAU, etc.). Cependant, de récentes recherches de MM. LIROSSIER et LANNOIS, cités par P. GALLARD, tendent à prouver que l'altération superficielle de la surface cutanée serait plutôt un obstacle qu'une cause favorable à l'absorption de l'iode.

Les expériences de P. GALLARD ont porté sur des solutions aqueuses d'iodure de sodium. Le dispositif employé, dit l'auteur était le suivant : « Le lapin était attaché par ses quatre pattes sur une planche largement perforée en son centre, d'un trou ovale, dans lequel on pouvait engager la région épigastrique (préalablement tondue et non rasée) de l'animal, transversalement pressé sur le dos. Le ventre seul était baigné sur une étendue représentant à peu près la neuvième partie de la surface cutanée, pour éviter ainsi tout contact des muqueuses avec la solution iodurée. On donnait des bains de trente minutes à 36° 6, qu'on renouvelait chaque jour, autant que possible à la même heure. Après le bain, l'animal était lavé à l'eau tiède, jusqu'à ce que les eaux de lavage ne présentent plus aucune réaction iodée ; puis il était essuyé et reporté dans sa cage, située dans un autre corps de bâtiment.

A l'aide d'un double fond étamé les urines étaient recueillies toutes les vingt-quatre heures.

Un des lapins (A) mourut accidentellement au cours de

l'expérience ; il n'avait alors pris que cinq bains ; trois à 1,5 pour 100 et deux à 3 pour 100.

Le second lapin (B) prit en vingt-trois jours, vingt bains, cinq à 1 pour 100, deux à 3 pour 100, treize à 5 pour 100. On lui laissait, à trois reprises différentes, un jour de repos ; sa peau ne présentait ni éruptions, ni excoriations ».

L'iode était dosée dans les urines de chaque jour, ainsi que dans les organes de cet animal par le procédé colorimétrique décrit (Voir A. GAUTIER. C. R. Ac. Sci., 13 mars 1988) ».

Voici les résultats (dosage de grande précision) :

Lapin A. Mort accidentellement après cinq bains.

	Poids de l'urine ou de l'organe	Quantité totale d'iode	Quantité d'iode par 100 gr. de subst. fraîche
	gr.	mgr.	mgr.
Urine (veille de la mort)....	220	0,743	0,340
Cœur et poumons.....	30	0,080	0,267
Foie	130	0,133	0,100
Reins et rate.....	40	0,070	0,175

Lapin B. (2160 gr.). Ayant pris 20 bains ; sacrifié 24 heures après le dernier bain.

a) Alimentation normale herbacée.

		Epoque de Pémission des urines	Quantité de l'urine des 24 h. ou poids de l'organe	Quantité totale d'iode trouvée	Quantité d'iode par 100 gr. de subst. fraîche
			gr.	mgr.	mgr.
8	Janv., 7 ^{me} bain, 3 %.	8 au 9	300	0,856	0,205
9	— Repos	9 au 10	250	0,723	0,290
10	— Repos	10 au 11	175	0,332	0,190
11	— 8 ^{me} bain, 5 %.	11 au 12	300	2,932	0,977
12	— 9 ^{me} — 5 %.	12 au 13	perdue	—	—
13	— 10 ^{me} — 5 %.	13 au 14	220	2,664	1,210
14	— 11 ^{me} — 5 %.	14 au 15	225	0,880	0,391
15	— 12 ^{me} — 5 %.	15 au 16	310	1,277	0,412
16	— Repos	16 au 17	310	1,783	0,575
17	— 13 ^{me} bain, 5 %.	17 au 18	280	perdue	perdue
18	— 14 ^{me} — 5 %.	18 au 19	370	1,832	0,495
19	— 15 ^{me} — 5 %.	19 au 20	470	2,350	0,500
20	— 16 ^{me} — 5 %.	20 au 21	500	8,736	1,747

b) Suppression des légumes herbacés. Alimentation amyliacée et régime sec.

21 Janv.,	17 ^{me} bain, 5 %.	21 au 22	70	3,050	4,357
22 —	18 ^{me} — 5 %.	22 au 23	140	5,800	3,630
23 —	19 ^{me} — 5 %.	23 au 24	70	4,080	6,857
24 —	20 ^{me} — 5 %.	24 au 25	40	2,856	7,140
25 —	Sacrifice	—	—	—	—

c) Organes

Sang	105	0,667	0,635
Cœur et poumons.....	22	0,200	0,910
Glandes du cou.....	20	0,200	0,910
Foie	96	0,465	0,485
Reins et rate.....	24	0,067	0,280
Cerveau et cervelet.....	12	0,465	3,860

De ce tableau il résulte que :

1° le taux de l'iode augmente dans les urines, non par graduation régulière, mais par poussées successives aboutissant à de véritables décharges (les 13-14 et 20-21 janv.) ;

2° l'alimentation joue un rôle important dans ce phénomène; le remplacement du régime végétal ordinaire par un régime sec et amylacé, produit une élévation considérable du pourcentage de l'iode ;

3° la grande quantité d'iode trouvée dans le cerveau (3 mgr. 86 pour 100), et aussi dans les glandes, indique une élection spéciale des organes riches en phosphore et composés nucléoniques.

Pour répondre d'avance à l'objection possible que les quantités d'iode trouvées avaient pu pénétrer dans l'organisme par les voies aériennes, P. GALLARD complétait ses expériences en se servant d'un troisième lapin (C) ne prenant pas de bain.

Lapin C. (2160 gr.) servant de témoin et n'ayant pas pris de bain.

	Poids de Purine de 24 h. ou des organes	Quantité totale d'iode	Quantité d'iode pour 100 gr. subst. fraîche
	<u>gr.</u>	<u>mgr.</u>	<u>mgr.</u>
8 Janvier.....	140	0,033	0,025
12 —	170	0,067	0,040
18 —	140	0,067	0,048
23 —	180	0,167	0,082
24 —	130	0,135	0,104

Organes

Sang	95	0,400	0,420
Cœur et poumons.....	20	0,100	0,500
Foie	75	0,100	0,133
Reins et rate.....	20	0,030	0,150
Cerveau et cervelet....	18	0,200	1,100

Conclusions :

1° La peau saine se laisse pénétrer par les iodures en dissolution dans l'eau, et l'iode qui passe ainsi dans l'organisme peut être retrouvé dans l'urine et dans les viscères ;

2° L'alimentation joue un rôle important dans l'élimination du métalloïde ;

3° L'iode semble avoir une prédilection pour certains organes, le cerveau, par exemple ; il s'y fixe dans des proportions assez considérables pour permettre de supposer une action élective de cet élément ;

4° Le taux de l'iode augmente dans l'urine par décharges successives.

VII

INFLUENCE DES ALIMENTS IODÉS

ET

CONCLUSION

Ce *goître endémique* qui provoque les troubles extrêmement graves que nous venons de signaler, tels quel le nanisme, la surdi-mutité, le crétinisme, se rencontre presque exclusivement dans les régions où les terrains, et par suite l'alimentation et les eaux, sont pauvres en iode, alors qu'il est très rare dans les régions maritimes.

Les matières alimentaires, nous l'avons vu, sont diversement iodées, selon les contrées qui les produisent.

L'iode augmente donc dans la glande thyroïde ou diminue selon que les aliments sont riches ou pauvres en iode.

Les animaux alimentés exclusivement avec de la viande présentent des thyroïdes moins riches en iode que les herbivores.

Cette carence d'iode se retrouve dans les régions montagneuses où les eaux sont pauvres en iode, dans le Jura, l'Auvergne,

la Savoie et plus particulièrement dans les hautes montagnes : les Alpes, les Pyrénées, la Suisse, l'Himalaya, aux Andes, où le goître cause de véritables ravages physiques et intellectuels.

Sa fréquence a provoqué l'inquiétude des pouvoirs publics, notamment en Suisse, où l'on rencontre 7 goitreux sur 100 recrues de l'armée. Parmi les recrues du Steyermark, on en trouve $14 \frac{1}{2}$ pour cent.

Le goître endémique est presque exclusivement une affection des hautes montagnes et, si bien des hypothèses ont été émises pour expliquer les causes de cette affection (les germes infectieux, les intoxications, par exemple), aucune n'a pu être retenue très sérieusement en face de ces faits :

L'iode est le spécifique du goître et le goître, inconnu dans les régions normalement iodées, présente toujours une carence de cette iode dans la thyroïde.

Constatons que CHATIN a raison depuis trois quarts de siècle. ARNAULT DE VILLENEUVE au XIII^e siècle, guérissait déjà le goître avec de l'éponge calcinée. FYFE (48), en 1819, montrait de l'iode dans l'éponge et, à la même époque, COINET, en Suisse, démontrait que l'iode contenue dans l'éponge, utilisée contre le goître était bien la partie active du médicament.

Depuis, MAC CANISON (47) a pu reproduire le goître chez le pigeon, en le privant d'iode.

Une hypertrophie de la glande thyroïde se produit chez les poissons nourris avec du cœur d'animaux terrestres, goître qui rétrocede par une alimentation d'animaux marins, donc iodés.

Ces modifications du développement survenant par carence d'iode, sont très nettement établies chez les têtards dont la croissance et l'évolution sont inhibées par l'insuffisance d'iode et stimulées au contraire, par un apport iodé.

Cette question du goître endémique a été magistralement traitée par le professeur QUERVAIN (41), de Berne, qui a fait de nombreuses analyses et dosages d'iode total dans les glandes hypertrophiées du goître endémique. De ses recherches, il résul-

te que la glande normale contient de 10 à 20 % plus d'iode que la glande hypertrophiée.

Contre ce goître, une seule médication est efficace, nous l'avons dit, c'est la médication iodée qui remplace dans la thyroïde l'insuffisance ou l'absence d'iode. On utilise soit l'iode ou les iodures, mais le plus souvent l'extrait thyroïdien qui a la totalité de son iode dans la thyroxine, qui en contient de 60 à 70 %. La thyroxine (KENDALL, 42) a une action physiologique sur le goître, absolument comme le ferait l'extrait thyroïdien. La thyroglobuline, l'extrait thyroïdien, les préparations iodées ou iodurées agissent toutes de façon analogue.

Le rôle de l'iode dans la sécrétion thyroïdienne ne saurait donc faire de doute.

Comment agit cet iode ?

Selon nous, il agit comme excitateur, suscitant des hormones qui, stimulant déjà les organes pendant la vie fœtale, continue ses effets particuliers dans le développement de l'individu, notamment pendant l'adolescence ; l'iode existant normalement dans la vie embryonnaire, la carence iodée amenant, nous l'avons vu, des désordres graves par la diminution ou la disparition des ces hormones.

Selon le professeur QUERVAIN (41) de Berne, l'iode n'est probablement pas le seul élément actif dans la sécrétion thyroïdienne. « Il paraît contribuer, peut-être, comme catalyseur, à l'élaboration d'un produit organique tiré de la molécule de l'albumine (amino-acide), sans nécessairement faire partie du produit de sécrétion. S'il en faisait partie, ce serait probablement comme « activateur ». (QUERVAIN).

Il n'est pas besoin d'une grande quantité d'iode pour provoquer cette sécrétion si nécessaire à l'individu, de faibles doses d'iode, une quantité « *physiologique* », dit le professeur QUERVAIN, permet à l'organisme de lutter avec succès contre les causes du goître.

E. EGGENBERGER (50) préconise un apport constant d'iode aux populations des régions goïtrogènes qui font, dit-il, de l'iode

un aliment inorganique nécessaire. Selon lui, « l'iode se comporte comme une espèce de vitamine que rien ne peut remplacer, mais dont le métabolisme est analogue à celui du chlore ».

En effet, de très faibles doses iodées suffisent, alors que des doses exagérées auraient une tendance à provoquer l'hyperthyroïdisme iodique, c'est-à-dire le goître exophtalmique ou la maladie de Basedow, que l'on rencontre particulièrement dans les régions maritimes riches en iode atmosphérique et alimentaire, alors que le goître endémique y est totalement inconnu.

En Suisse, où la question inquiète les pouvoirs publics, les goitreux semblent être en moins grande proportion que jadis. Selon nous, il faut attribuer cette diminution du nombre des goitreux aux changements d'existence, aux déplacements plus fréquents, aux modifications apportées aux régimes alimentaires plus variés, d'origine plus lointaine ou étrangère à la région intéressée.

Ces changements de genre de vie apportent les faibles traces d'iode « physiologique » suffisantes et nécessaires aux sécrétions normales de la thyroïde et au développement normal de l'individu.

L'iode étant indispensable à l'existence et aux qualités physiques et intellectuelles de la race, la glande thyroïde jouant un rôle si important dans l'équilibre et le métabolisme de cet iode, particulièrement chez l'enfant et l'adolescent, il convient donc de savoir discerner et choisir une alimentation convenablement iodée, propre à modifier la déchéance de ce métalloïde chez l'homme.

L'étude de la présence de l'iode chez les végétaux et les animaux, la facilité d'absorption de ce corps par l'alimentation, par le sel marin, à l'exclusion du sel gemme, doit attirer l'attention des habitants des régions montagneuses parmi lesquels le goître cause tant de ravages.

Les groupements, les écoles, les municipalités, les pouvoirs

publics, justement soucieux de l'avenir de la race, pourraient donner les enseignements prophylactiques aux populations de ces contrées en leur indiquant les mesures à prendre et les aliments propres à modifier leur état de santé et celui de leur descendance.

BIBLIOGRAPHIE

- (1) CHATIN. — *Journ. Pharmacie et Chimie*, t. 17, 1850, p. 418.
— *Ann. Société Météorologique*, t. 7, 1859.
- (2) CANTU. — Cité par Chatin.
- (3) COURTOIS. — *Eléments de Chimie*.
- (4) LECOQ. — *Mémoire à l'Académie du Gard*, 1832.
- (5) BAUMANN. — *Zeit physiol., chem.*, t. 21, 1895 et t. 22, 1896.
- (6) A. GAUTIER. — *C. R. Ac. Sc.*, t. 128, 1899, p. 643.
- (7) MARCHAND. — *C. R. Ac. Sc.*, t. 46, 1869, p. 907.
- (8) MACADAM. — Cité par A. GAUTIER.
- (9) KOETTSTOFFER. — Cité par A. GAUTIER.
- (10) BOUSSINGAULT. — Cité par A. GAUTIER.
- (11) KRUTWIG. — Cité par A. GAUTIER.
- (12) GALLARD. — *C. R. Ac. Sc.*, t. 128, p. 117, 1899.
- (13) A. GAUTIER. — *C. R., Ac. Sc.*, t. 128, 1899, p. 1069, 1196.
— — — t. 129, 1899, p. 189.
- (14) RIVET. — *C. R. Ac. Sc.*, t. 37, 1853, p. 724.
- (15) LOZE. — Cité par RIVET.
- (16) SOULEYET. — Cité par RIVET.

- (17) MOURIES. — Cité par RIVET.
- (18) ALLARY. — *Bulletin Sc. de Chimie*, t. 35, 1881, p. 11.
- (19) MARCHAND. — C. R. Ac. Sc., t. 46, 1869.
- (20) KNAUSS. — Cité par CUNIASSE.
- (21) CUNIASSE. — Ann. ch. anal., t. 5, 1900.
- (22) BOURCET, C. R. Ac. Sc., t. 128, 1899, p. 232 et 1120.
- (23) HENDRICK. — *Journ. Soc. Ch. Industr.*, t. 35, 1916.
- (24) SEGERS LAUREYS. — Recueil Institut Leo Errera, t. 9, 1913, p. 81.
- (25) SCURTI. — *Gazetta Chimica Italiana*, t. 36, 1906, p. 619.
- (26) CHATIN. — Le Cresson, Baillière, Paris, 1866.
- (27) MULLER. — Cité par LINDLEY.
- (28) LINDLEY. — *Végétale Kingdom*, London, 1847, p. 353.
- (29) RILLET. — Cité par CHATIN.
- (30) A. GAUTIER. — C. R. Ac. Sc., t. 129, 1899, p. 189, 358.
- (31) Paul BOURCET. — C. R. Ac. Sc., t. 129, 1899, p. 768.
- (32) Ralph BOHN. — *Journal Biological*, vol. 28, 1916.
- (33) FORBES. — Laborat. Agricult. expér. Bulletin 299, 1916, Ohio.
- (34) CAMERON. — *Journal Biological Chimist.*, vol. 16, 1913.
- (35) — — — — — vol. 28, 1913.
- — — — — vol. 23, 1916.
- (36) P. BOURCET, C. R. Ac. Sc., t. 78, 1899, p. 1120.
- (37) — — — — — t. 130, 1900, p. 945.
- — — — — t. 131, 1900, p. 392.
- (38) MARCELET. — *Bull. Instit. océanog. Monaco*, N° 271, 1913.
- — — — — N° 270, 1914.
- (40) SAUVAGEAU. — *Revue des Sciences*, N° 19, 15-10, 1918.
- (41) QUERVAIN. — *Le Goître*, ATAR Editeur, Genève, 1923, Ma-
loine, Paris.
- (42) KENDALL. — *Journal Biolog. Chem.*, 1919, t. 40, p. 265
- (43) MONERY. — *Journal pharmac. et chimie*, 1904, t. 19.
- (44) CHARRIN et BOURCET. — C. R. Ac. Sc., t. 130, 1900, p. 945.
- (45) FENGER. — *Bioch*, 1913, t. 10.

- (46) SEIDELL et FENGER. — *Biochem.* 1912, t. 517.
 - (47) CANISON. — *Brit. Med. Journ.*, N° 3188, 1922.
 - (48) FYFE. — *Edin. Journal Phil.*, 1819, t. I, p. 254.
 - (49) SWIGLE. — *Journal général Physiol.*, 1919, t. 2, 161.
 - (50) EGGENBERGER. — *Revue Méd. Suisse-Romane*, Mars 1924.
-

TRAVAUX A CONSULTER

- (1) CAMERON. — *Biochem. Journal*, N° 16, 1913.
 - (2) CHENU et MOREL. — C. R. Ac. Sc., t. 138, 1904, p. 1.004.
 - (3) DELAGE. — *Bull. Inst. Océanog. Monaco*, N° 267, 1913.
 - (4) DOYON et CHENU. — C. R. Ac. Sc., t. 139, 1904, p. 157.
 - (5) FENGER. — *Biochem. Journal*, N° 16, 1913.
 - (6) HUNTER. — *The Journal of Biolog.*, t. 7, 1910, p. 310.
 - (7) ISCOVESCO. — C. R. Sociét. Biolog., t. 75, 1913, p. 252.
 - (8) MARINE et LENHART. — *Arch. of Int. Med.*, 3 et 4, 1909.
 - (9) OSWALD. — *Zeit physiol. Chem.*, t. 75, 1911, p. 353.
 - (10) QUERVAIN. — *Diagnostic chirurgical*, Atar Genève
 - (11) ROOSS. — *Zeit Physiol.*, t. 28, 1899, p. 40.
-

TABLE DES MATIÈRES

INTRODUCTION	5
L'IODE DANS L'AIR, LES TERRES ET LES EAUX.....	9
L'IODE CHEZ LES VÉGÉTAUX.....	25
L'IODE CHEZ LES ANIMAUX.....	53
RECHERCHES PERSONNELLES.....	65
L'IODE PHYSIOLOGIQUE ET LA GLANDE THYROÏDE.....	85
INFLUENCE DES ALIMENTS IODÉS, CONCLUSION.....	89
BIBLIOGRAPHIE	95

SECONDE THÈSE

PROPOSITIONS DONNÉES PAR LA FACULTÉ

Les Glandes Endocrines

LU ET ACCEPTÉ :

Le Membres du Jury,

E. COUVREUR.

L. CLEMENT.

VU ET APPROUVÉ :

Le Doyen de la Faculté des Sciences de Lyon

C. DEPERET.

VU ET PERMIS D'IMPRIMER :

LYON, le 19 Juin 1925.

*Le Recteur,
Président du Conseil de l'Université,*

I. CAVALIER.

Les matières ont été nettoyées et débarrassées des parties étrangères adhérentes, puis lavées à l'eau. Cette précaution est indispensable pour les poils qui peuvent être souillés de débris de nourriture.

Les fèces ne pouvant être facilement lavés, on a éliminé à la pince toutes les matières étrangères.

La transformation de l'iode en iodure alcalin se fait par calcination en présence d'un alcali et de nitrate de potasse agissant comme oxydant et comme accélérateur de la combustion.

L'opération devant être faite en milieu alcalin. La cendre lavée et acidulée est traitée par le chloroforme en présence d'acide sulfurique nitreux. Les dosages sont faits colométriquement.

Nous avons donc trouvé un pourcentage d'iode beaucoup plus élevé dans le Foie, la Bile, les Fèces et les Poils, 10 jours après avoir cessé toute médication iodée, comme si il s'était produit une accumulation de l'excès d'iode absorbé.

Chez l'Homme

Il nous a semblé intéressant de soumettre un homme à un traitement ioduré de 0 gr. 05 par kilogramme et par 24 heures pendant 3 semaines.

L'iode s'est manifesté aussitôt de façon très importante aussi bien dans les expectorations pulmonaires, dans les sécrétions nasales, que dans la salive.

L'urine était plus particulièrement riche.

<u>Pour 100 gr. de matière</u>	<u>Iode en mgrs.</u>
Urine	243,9
Salive et Sécrétions.....	11,2
Cheveux	0,14

Ceci après 20 jours de traitement ioduré.

Ce traitement a été cessé et 6 jours après, nous avons fait les mêmes recherches :

<u>Pour 100 gr. de matière</u>	<u>Iode en mgrs.</u>
Urine	0,12
Salive et Sécrétions.....	0,05
Cheveux	0,35

Après 10 jours, l'urine, ni la salive ne contenaient d'iode.

EN RÉSUMÉ, de nos essais sur les plantes et sur les animaux, il résulte que l'être opère un choix quantitatif en fixant l'iode ainsi que les divers éléments rencontrés dans le milieu qui l'environne dans des proportions variables pour chacun d'eux. Les différents éléments chimiques ne se retrouvant pas dans l'être en même proportion relative que dans le milieu ambiant. C'est ainsi que les eaux de la mer du Nord où vivait l'algue brune qui a servi aux recherches de A. SEGERS LAUREYS (24), renferme 0 mgr. 029 % de brome et seulement 0 mgr. 001 % d'iode, alors que dans l'algue examinée, ce rapport est inversé, la quantité d'iode étant plus forte que la quantité de brome.

La quantité d'iode absorbé est variable non seulement pour chaque espèce et chaque individu mais pour chaque partie de cet individu et sous des influences diverses, solaires, etc...

L'iode contenu dans les plantes et dans les animaux est fonction de l'iode contenu dans leur milieu. Cette teneur dépend donc de la nature du sol, des eaux, de l'alimentation et reste ainsi aussi variable qu'accidentelle.

Et puisque une certaine quantité d'iode est indispensable à l'homme et à son développement, celui-ci devra nécessairement accorder son choix aux matières alimentaires, végétales de préférence, au poisson de mer, sel marin, qui pourront lui apporter ce métalloïde, particulièrement dans les régions montagneuses pauvres en iode.

Ce dernier dont le rôle physiologique est extrêmement important est lié indissolublement avec celui de la glande thyroïde que nous devons maintenant considérer.

L'IODE PHYSIOLOGIQUE ET LA GLANDE THYROÏDE

Pour nous permettre de conclure sur l'objet de cette étude qui est celle de l'iode dans les aliments et sa fonction physiologique chez l'enfant et chez l'homme, il convient de dire quelques mots sur la présence de l'iode dans la *Glande thyroïde*.

Cet organe, réservoir d'iode, le retient, l'emmagasine pour le distribuer dans l'économie, tel un régulateur mystérieux.

La glande thyroïde dont le poids est de 25 à 30 grs. contient, d'après les analyses du savant professeur QUERVAIN, de Berne (41), de 2 à 6 grs. d'iode, avec une dose un peu plus forte chez la femme que chez l'homme.

Si cette dose d'iode est considérablement dépassée on observe une hypertrophie hypériodique, le *goître exophtalmique*.

Si, au contraire, il y a déficience de la quantité d'iode, on observe une hypertrophie hypoiodique, le *goître endémique*, hypertrophie et dégénérescence atrophique de la glande. Cette dernière affection, le *Goître endémique*, très répandue, atteignant la race de certaines régions, à la base, dès la période embryonnaire, est provoquée par la carence de l'iode qui entraîne une

altération fonctionnelle de la glande thyroïde, cause des désordres aussi bien physiques qu'intellectuels.

Il se manifeste par des arrêts du développement de l'enfant, suspendant sa croissance, altérant ses organes génitaux, et son intelligence.

Cette hypertrophie atrophique de la glande et l'altération de ses sécrétions, affecte rapidement le squelette, les os longs restent courts, les mains et les pieds sont trapus et carrés, l'ossification se fait mal, les os présentent une sorte de translucidité, la chaux ne se fixant pas ou mal.

La puberté ne se développe pas, la stérilité chez la femme et la frigidité chez l'homme sont la règle. Les organes génitaux restent enfantins, les cheveux rares, les dents irrégulières et souvent cariées.

La surdi-mutité est fréquente.

La mémoire s'abolit, l'intelligence reste suspendue ou rétrograde, le crétinisme s'ajoute au nanisme.

Cette déchéance est le corollaire de la déchéance thyroïdienne causée par une déchéance iodée. Toutes ces manifestations s'apaisent et parfois disparaissent par l'administration d'un traitement thyroïdien ou iodé.

La glande thyroïde a la totalité de son iode condensé dans une globuline, la thyroxine (KENDALL), (42), qui en contient 60 % environ. La glande thyroïde de la femme en contient davantage.

La thyroxine est une substance cristalline blanche, sans goût ni odeur. Pendant les manipulations, KENDALL a trouvé que la présence de tous les métaux, sauf le nickel, l'or, le platine et l'argent détruisaient ce composé iodé.

Pendant la grossesse, pendant la ménopause, au moment de la formation, au moment des règles, la glande thyroïde s'hypertrophie passagèrement chez la femme. A. GAUTIER a constaté que l'iode s'éliminait en assez grande quantité dans les menstrues. MONERY (43), a trouvé que chez les jeunes filles impubères, la thyroïde contenait plus d'iode que la thyroïde des menstruées.

CHARRIN et BOURCET ont trouvé que la thyroïde des nouveau-nés bien constitués renferme de l'iode de façon constante et ils ont trouvé que l'absence ou la diminution de l'iode ne s'observait que dans les cas où les mères de ces enfants offraient des antécédents pathologiques.

Quand le rejeton est fils d'un alcoolique, d'une typhique, d'une femme en pleine infection ou intoxication vers la fin de la grossesse ; quand lui-même a été cachectisé par différents processus, généralement on constate l'absence d'iode dans sa thyroïde.

Inversement, lorsque le nouveau-né, d'ailleurs bien constitué, a succombé en quelques instants, pendant l'accouchement, à un accident de travail, on rencontre ordinairement dans la thyroïde des quantités dosables de ce principe spécifique.

FENDER (45) a recherché l'iode dans la thyroïde du fœtus du veau et dans celle de veaux à la mamelle. Il a constaté la présence de l'iode longtemps avant l'accouchement, avec le maximum chez les jeunes animaux en voie de croissance ; il existe, dit-il, un rapport entre la teneur en iode de la thyroïde maternelle et celle du fœtus.

Selon SEIDELL et FENDER (46) il existe 3 fois plus d'iode dans les glandes prélevées entre Juin et Décembre qu'entre les mois de Décembre et Mai.

Chez le mouton et le bœuf, la glande thyroïde est très volumineuse pendant les mois où le pourcentage est faible.

Chez les mâles castrés l'iode était plus abondant que chez les témoins, quoique légèrement plus faible que chez les femelles.

Avec la vieillesse la quantité d'iode diminue, les maximum étant entre 40 et 60 ans.

La quantité d'iode est variable selon les races, selon les espèces, mais il existe dans toutes les glandes thyroïdes (CAMERON, 35).

Les travaux de cet auteur ont porté sur un très grand nombre d'espèces animales, il a recherché et dosé l'iode dans les glandes

thyroïdes d'animaux marins et terrestres et toujours, il a trouvé de l'iode avec des pourcentages très divers.

Ces variations sont uniquement sous la dépendance de l'alimentation de l'animal et du milieu. Il est certain que le régime alimentaire constitue le principal apport d'iode à l'organisme.

Les glandes thyroïdes deviennent riches en iode quand on ajoute de faibles doses de substances iodées au régime journalier (régions maritimes) et tout au contraire pauvres en iode quand l'alimentation est dépourvue de ce métalloïde (régions montagneuses), où l'on rencontre le goître endémique en de très grandes proportions.

VII

INFLUENCE DES ALIMENTS IODÉS

ET

CONCLUSION

Ce *goître endémique* qui provoque les troubles extrêmement graves que nous venons de signaler, tels que le nanisme, la surdi-mutité, le crétinisme, se rencontre presque exclusivement dans les régions où les terrains, et par suite l'alimentation et les eaux, sont pauvres en iode, alors qu'il est très rare dans les régions maritimes.

Les matières alimentaires, nous l'avons vu, sont diversement iodées, selon les contrées qui les produisent.

L'iode augmente donc dans la glande thyroïde ou diminue selon que les aliments sont riches ou pauvres en iode.

Les animaux alimentés exclusivement avec de la viande présentent des thyroïdes moins riches en iode que les herbivores.

Cette carence d'iode se retrouve dans les régions montagneuses où les eaux sont pauvres en iode, dans le Jura, l'Auvergne,

la Savoie et plus particulièrement dans les hautes montagnes : les Alpes, les Pyrénées, la Suisse, l'Himalaya, aux Andes, où le goître cause de véritables ravages physiques et intellectuels.

Sa fréquence a provoqué l'inquiétude des pouvoirs publics, notamment en Suisse, où l'on rencontre 7 goîtreux sur 100 recrues de l'armée. Parmi les recrues du Steyermark, on en trouve 14 1/2 pour cent.

Le goître endémique est presque exclusivement une affection des hautes montagnes et, si bien des hypothèses ont été émises pour expliquer les causes de cette affection (les germes infectieux, les intoxications, par exemple), aucune n'a pu être retenue très sérieusement en face de ces faits :

L'iode est le spécifique du goître et le goître, inconnu dans les régions normalement iodées, présente toujours une carence de cette iode dans la thyroïde.

Constatons que CHATIN a raison depuis trois quarts de siècle. ARNAULT DE VILLENEUVE au XIII^e siècle, guérissait déjà le goître avec de l'éponge calcinée. FYFE (48), en 1819, montrait de l'iode dans l'éponge et, à la même époque, COINDET, en Suisse, démontrait que l'iode contenue dans l'éponge, utilisée contre le goître était bien la partie active du médicament.

Depuis, MAC CANISON (47) a pu reproduire le goître chez le pigeon, en le privant d'iode.

Une hypertrophie de la glande thyroïde se produit chez les poissons nourris avec du cœur d'animaux terrestres, goître qui rétrocede par une alimentation d'animaux marins, donc iodés.

Ces modifications du développement survenant par carence d'iode, sont très nettement établies chez les têtards dont la croissance et l'évolution sont inhibées par l'insuffisance d'iode et stimulées au contraire, par un apport iodé.

Cette question du goître endémique a été magistralement traitée par le professeur QUERVAIN (41), de Berne, qui a fait de nombreuses analyses et dosages d'iode total dans les glandes hypertrophiées du goître endémique. De ses recherches, il résul-

te que la glande normale contient de 10 à 20 % plus d'iode que la glande hypertrophiée.

Contre ce goître, une seule médication est efficace, nous l'avons dit, c'est la médication iodée qui remplace dans la thyroïde l'insuffisance ou l'absence d'iode. On utilise soit l'iode ou les iodures, mais le plus souvent l'extrait thyroïdien qui a la totalité de son iode dans la thyroxine, qui en contient de 60 à 70 %. La thyroxine (KENDALL, 42) a une action physiologique sur le goître, absolument comme le ferait l'extrait thyroïdien. La thyroglobuline, l'extrait thyroïdien, les préparations iodées ou iodurées agissent toutes de façon analogue.

Le rôle de l'iode dans la sécrétion thyroïdienne ne saurait donc faire de doute.

Comment agit cet iode ?

Selon nous, il agit comme excitateur, suscitant des hormones qui, stimulant déjà les organes pendant la vie fœtale, continue ses effets particuliers dans le développement de l'individu, notamment pendant l'adolescence ; l'iode existant normalement dans la vie embryonnaire, la carence iodée amenant, nous l'avons vu, des désordres graves par la diminution ou la disparition des ces hormones.

Selon le professeur QUERVAIN (41) de Berne, l'iode n'est probablement pas le seul élément actif dans la sécrétion thyroïdienne. « Il paraît contribuer, peut-être, comme catalyseur, à l'élaboration d'un produit organique tiré de la molécule de l'albumine (amino-acide), sans nécessairement faire partie du produit de sécrétion. S'il en faisait partie, ce serait probablement comme « activateur ». (QUERVAIN).

Il n'est pas besoin d'une grande quantité d'iode pour provoquer cette sécrétion si nécessaire à l'individu, de faibles doses d'iode, une quantité « *physiologique* », dit le professeur QUERVAIN, permet à l'organisme de lutter avec succès contre les causes du goître.

E. EGGENBERGER (50) préconise un apport constant d'iode aux populations des régions goïtrogènes qui font, dit-il, de l'iode

un aliment inorganique nécessaire. Selon lui, « l'iode se comporte comme une espèce de vitamine que rien ne peut remplacer, mais dont le métabolisme est analogue à celui du chlore ».

En effet, de très faibles doses iodées suffisent, alors que des doses exagérées auraient une tendance à provoquer l'hyperthyroïdisme iodique, c'est-à-dire le goître exophtalmique ou la maladie de Basedow, que l'on rencontre particulièrement dans les régions maritimes riches en iode atmosphérique et alimentaire, alors que le goître endémique y est totalement inconnu.

En Suisse, où la question inquiète les pouvoirs publics, les goitreux semblent être en moins grande proportion que jadis. Selon nous, il faut attribuer cette diminution du nombre des goitreux aux changements d'existence, aux déplacements plus fréquents, aux modifications apportées aux régimes alimentaires plus variés, d'origine plus lointaine ou étrangère à la région intéressée.

Ces changements de genre de vie apportent les faibles traces d'iode « physiologique » suffisantes et nécessaires aux sécrétions normales de la thyroïde et au développement normal de l'individu.

L'iode étant indispensable à l'existence et aux qualités physiques et intellectuelles de la race, la glande thyroïde jouant un rôle si important dans l'équilibre et le métabolisme de cet iode, particulièrement chez l'enfant et l'adolescent, il convient donc de savoir discerner et choisir une alimentation convenablement iodée, propre à modifier la déchéance de ce métalloïde chez l'homme.

L'étude de la présence de l'iode chez les végétaux et les animaux, la facilité d'absorption de ce corps par l'alimentation, par le sel marin, à l'exclusion du sel gemme, doit attirer l'attention des habitants des régions montagneuses parmi lesquels le goître cause tant de ravages.

Les groupements, les écoles, les municipalités, les pouvoirs

publics, justement soucieux de l'avenir de la race, pourraient donner les enseignements prophylactiques aux populations de ces contrées en leur indiquant les mesures à prendre et les aliments propres à modifier leur état de santé et celui de leur descendance.

BIBLIOGRAPHIE

- (1) CHATIN. — *Journ. Pharmacie et Chimie*, t. 17, 1850, p. 418.
— Ann. Société Météorologique, t. 7, 1859.
- (2) CANTU. — Cité par Chatin.
- (3) COURTOIS. — *Eléments de Chimie*.
- (4) LECOQ. — *Mémoire à l'Académie du Gard*, 1832.
- (5) BAUMANN. — *Zeit physiol., chem.*, t. 21, 1895 et t. 22, 1896.
- (6) A. GAUTIER. — *C. F. Ac. Sc.*, t. 128, 1899, p. 643.
- (7) MARCHAND. — *C. R. Ac. Sc.*, t. 46, 1869, p. 907.
- (8) MACADAM. — Cité par A. GAUTIER.
- (9) KOETTSTOFFER. — Cité par A. GAUTIER.
- (10) BOUSSINGAULT. — Cité par A. GAUTIER.
- (11) KRUTWIG. — Cité par A. GAUTIER.
- (12) GALLARD. — *C. R. Ac. Sc.*, t. 128, p. 117, 1899.
- (13) A. GAUTIER. — *C. R., Ac. Sc.*, t. 128, 1899, p. 1069, 1196.
— — — t. 129, 1899, p. 189.
- (14) RIVET. — *C. R. Ac. Sc.*, t. 37, 1853, p. 724.
- (15) LOZE. — Cité par RIVET.
- (16) SOULEYET. — Cité par RIVET.

- (17) MOURIES. — Cité par RIVET.
- (18) ALLARY. — *Bulletin Sc. de Chimie*, t. 35, 1881, p. 11.
- (19) MARCHAND. — C. R. Ac. Sc., t. 46, 1869.
- (20) KNAUSS. — Cité par GUNIASSE.
- (21) GUNIASSE. — Ann. ch. anal., t. 5, 1900.
- (22) BOURCET, C. R. Ac. Sc., t. 128, 1899, p. 232 et 1120.
- (23) HENDRICK. — *Journ. Soc. Ch. Industr.*, t. 35, 1916.
- (24) SEGERS LAUREYS. — Recueil Institut Leo Errera, t. 9, 1913, p. 81.
- (25) SCURTI. — *Gazetta Chimica Italiana*, t. 36, 1906, p. 619.
- (26) CHATIN. — Le Cresson, Baillièrre, Paris, 1866.
- (27) MULLER. — Cité par LINDLEY.
- (28) LINDLEY. — *Végétale Kingdom*, London, 1847, p. 353.
- (29) RILLET. — Cité par CHATIN.
- (30) A. GAUTIER. — C. R. Ac. Sc., t. 129, 1899, p. 189, 358.
- (31) Paul BOURCET. — C. R. Ac. Sc., t. 129, 1899, p. 768.
- (32) Ralph BOHN. — *Journal Biological*, vol. 28, 1916.
- (33) FORBES. — Laborat. Agricult. expérim. Bulletin 299, 1916, Ohio.
- (34) CAMERON. — *Journal Biological Chimist.*, vol. 16, 1913.
- (35) — — — — — vol. 28, 1913.
- — — — — vol. 23, 1916.
- (36) P. BOURCET, C. R. Ac. Sc., t. 78, 1899, p. 1120.
- (37) — — — — — t. 130, 1900, p. 945.
- — — — — t. 131, 1900, p. 392.
- (38) MARCELET. — *Bull. Instit. océanog. Monaco*, N° 271, 1913.
- — — — — N° 270, 1914.
- (40) SAUVAGEAU. — *Revue des Sciences*, N° 19, 15-10, 1918.
- (41) QUERVAIN. — *Le Goître*, ATAR Editeur, Genève, 1923, Ma-loine, Paris.
- (42) KENDALL. — *Journal Biolog. Chem.*, 1919, t. 40, p. 265
- (43) MONERY. — *Journal pharmac. et chimie*, 1904, t. 19.
- (44) CHARRIN et BOURCET. — C. R. Ac. Sc., t. 130, 1900, p. 945
- (45) FENGER. — *Bioch.*, 1913, t. 10.

- (46) SEIDELL et FENGER. — *Biochem.* 1912, t. 517.
 - (47) CANISON. — *Brit. Med. Journ.*, N° 3188, 1922.
 - (48) FYFE. — *Edin. Journal Phil.*, 1819, t. 1, p. 254.
 - (49) SWIGLE. — *Journal général Physiol.*, 1919, t. 2, 161.
 - (50) EGGENBERGER. — *Revue Méd. Suisse-Romane*, Mars 1924.
-

TRAVAUX A CONSULTER

- (1) CAMERON. — *Biochem. Journal*, N° 16, 1913.
 - (2) CHENU et MOREL. — C. R. Ac. Sc., t. 138, 1904, p. 1.004.
 - (3) DELAGE. — *Bull. Inst. Océanog. Monaco*, N° 267, 1913.
 - (4) DOYON et CHENU. — C. R. Ac. Sc., t. 139, 1904, p. 157.
 - (5) FENGER. — *Biochem. Journal*, N° 16, 1913.
 - (6) HUNTER. — *The Journal of Biolog.*, t. 7, 1910, p. 310.
 - (7) ISCOVESCO. — C. R. Sociét. Biolog., t. 75, 1913, p. 252.
 - (8) MARINE et LENHART. — *Arch. of Int. Med.*, 3 et 4, 1909.
 - (9) OSWALD. — *Zeit physiol. Chem.*, t. 75, 1911, p. 353.
 - (10) QUERVAIN. — *Diagnostic chirurgical*, Atar Genève.
 - (11) ROOSS. — *Zeit Physiol.*, t. 28, 1899, p. 40.
-

TABLE DES MATIÈRES

INTRODUCTION	5
L'IODE DANS L'AIR, LES TERRES ET LES EAUX.....	9
L'IODE CHEZ LES VÉGÉTAUX.....	25
L'IODE CHEZ LES ANIMAUX.....	53
RECHERCHES PERSONNELLES.....	65
L'IODE PHYSIOLOGIQUE ET LA GLANDE THYROÏDE.....	85
INFLUENCE DES ALIMENTS IODÉS, CONCLUSION.....	89
BIBLIOGRAPHIE	95

SECONDE THÈSE

PROPOSITIONS DONNÉES PAR LA FACULTÉ

Les Glandes Endocrines

LU ET ACCEPTÉ :

Le Membres du Jury,

E. COUVREUR.

L. CLEMENT.

VU ET APPROUVÉ :

Le Doyen de la Faculté des Sciences de Lyon,

C. DEPERET.

VU ET PERMIS D'IMPRIMER :

LYON, le 19 juin 1925.

Le Recteur,

Président du Conseil de l'Université,

I. CAVALIER.

